

## CORRECCIÓN DEL EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

1. Todos los enunciados son incorrectos y los errores cometidos en cada uno son:

a) Las fuerzas gravitatorias existen entre todos los cuerpos, aunque si las masas son pequeñas son tan débiles que no se detectan sus efectos.

b) Las fuerzas eléctricas son de atracción entre cuerpos con carga neta de distinto signo y de repulsión cuando la carga es del mismo signo.

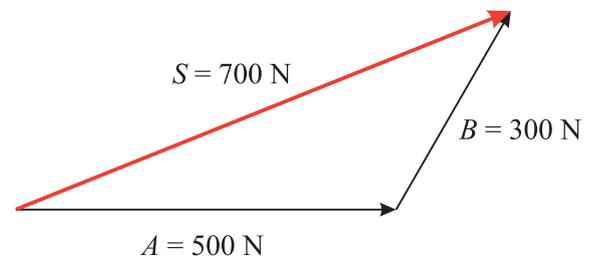
c) Las fuerzas correspondientes a una misma interacción son iguales (tercera ley de la dinámica). La ley de la gravitación universal también señala la igualdad de las fuerzas gravitatorias entre dos cuerpos.

d) Los cuerpos no tienen fuerzas, éstas aparecen en las interacciones.

2. a) No pueden subir el cuerpo. La razón es que no están tirando en la misma dirección sino que, como se ve en el dibujo, las fuerzas con la que tiran forman un ángulo bastante apreciable; por eso, el módulo de la suma en la dirección vertical es menor de 1000 N, ya que como sabemos la suma de vectores no se hace igual que la suma de escalares.

Para poder subir el cuerpo deberían tirar cada uno con una fuerza bastante superior a 500 N de forma que la suma fuese 1000 N o más. Otra forma sería utilizar una polea cada uno de forma que la fuerza que hagan tenga la misma dirección vertical y de esta manera la suma fuese igual a 1000 N.

b) Para calcular la suma debemos dibujar, a escala, dos vectores que formen un ángulo de  $60^\circ$  y luego poner un vector a continuación del otro y dibujar el vector suma, desde el punto de aplicación del primero hasta el extremo del segundo. Midiendo con una regla la longitud del vector dibujado de esa manera, y aplicando la misma escala, podremos calcular el valor de la suma. En la escala que se ha utilizado en el dibujo 1 cm equivale a 100 N, obteniéndose para la suma un valor aproximado de 700 N.



3. a) Para calcular la fuerza que el ion sulfuro ejerce sobre el ion sodio utilizamos la ley de Coulomb.

$$F_{\text{ion sulfuro, ion sodio}} = 9 \cdot 10^9 \frac{3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{(2 \cdot 10^{-10} + 1 \cdot 10^{-10})^2} = 5,12 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

b) La fuerza que hace el ion sodio sobre el ion sulfuro es igual a la calculada en el apartado anterior. Hay que tener en cuenta que son las dos fuerzas de una misma interacción. Son fuerzas de atracción ya que las cargas de los dos iones son de distinto tipo.

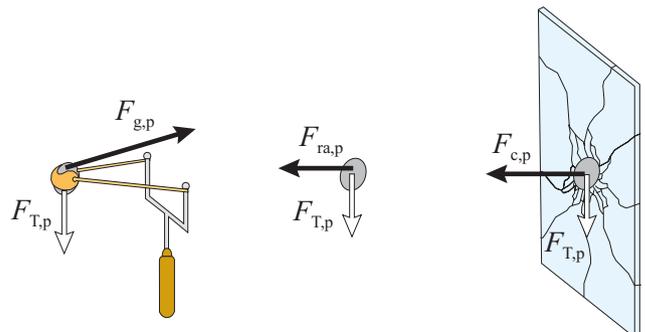
4. a) Las fuerzas que actúan sobre la piedra son:

$F_{T,p}$  = fuerza de atracción de la Tierra sobre la piedra, *gravitatoria*.

$F_{g,p}$  = fuerza con la que la goma empuja a la piedra, *electromagnética*.

$F_{c,p}$  = fuerza con la que el cristal empuja a la piedra, *electromagnética*.

$F_{a,p}$  = fuerza con la que el aire empuja a la piedra, empuje de Arquímedes, *electromagnética*. No se representa en el dibujo porque su valor es muy pequeño comparado con el de las otras fuerzas.



b) El empuje de Arquímedes es:

$$E = V_{\text{piedra}} \rho_{\text{aire}} g = 0,000030 \cdot 1,29 \cdot 9,8 = 0,00038 \text{ N.}$$

Vemos que es despreciable comparado con el peso de la piedra, que es 0,98 N.

c) Las dos interacciones en las que participa la piedra son:

1) *Interacción gravitatoria Tierra-piedra.*

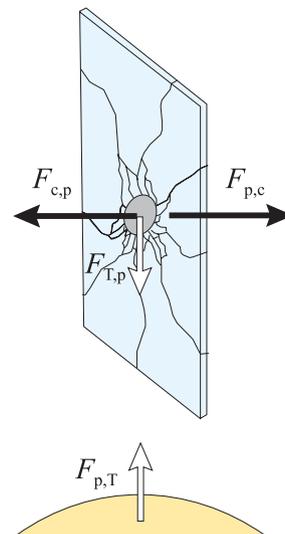
La pareja de  $F_{T,p}$ , fuerza con la que la Tierra atrae a la piedra, es  $F_{p,T}$ , fuerza con la que la piedra atrae a la Tierra.

2) *Interacción electromagnética piedra-cristal.*

La pareja de  $F_{c,p}$ , fuerza que hace el cristal sobre la piedra, es  $F_{p,c}$ , fuerza que la piedra hace sobre el cristal.

d) La fuerza que hace la piedra sobre el cristal será igual a la que hace el cristal sobre la piedra ya que pertenecen a la misma interacción.

e) No podemos decir si la fuerza que hace el cristal sobre la piedra es mayor o menor que la que hace la Tierra sobre la piedra. Puesto que pertenecen a interacciones diferentes no tienen por qué ser iguales.



5. a) Sobre el cuerpo de 6 kg actúan dos fuerzas, la que hace la Tierra  $6 \cdot 9,8 = 58,8 \text{ N}$ , y la que hace el dinamómetro sobre el cuerpo. Puesto que el cuerpo está en equilibrio, las dos fuerzas son iguales, aunque de sentidos contrarios. A su vez, si la fuerza que hace el dinamómetro sobre el cuerpo es 58,8 N, la que hace el cuerpo sobre el dinamómetro es también de 58,8 N. Por lo tanto, el dinamómetro marcará 58,8 N.

b) Calculemos el empuje que hace el alcohol sobre el cuerpo. Si consideramos positivo hacia arriba y negativo hacia abajo, podemos escribir:

$$- 58,8 \text{ N} + \text{Empuje}_{\text{alcohol,cuerpo}} + 38 \text{ N} = 0;$$

$$\text{Empuje}_{\text{alcohol,cuerpo}} = 20,8 \text{ N}$$

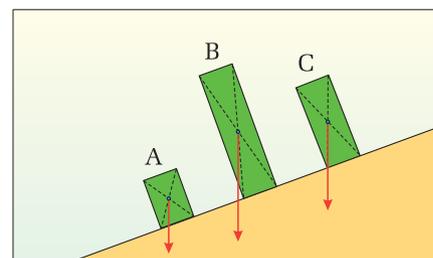
Aplicando la expresión que permite calcular el empuje de Arquímedes:  $E = \rho_{\text{alcohol}} V_{\text{cuerpo}} g$

$$20,8 \text{ N} = 800 \text{ kg/m}^3 V_{\text{cuerpo}} 9,8 \text{ N/kg}$$

$$V_{\text{cuerpo}} = 0,00265 \text{ m}^3 = 2,65 \text{ L}$$

c) La densidad del cuerpo =  $6/2,65 = 2,26 \text{ kg/L}$ . Ese cuerpo flotará en un líquido cuya densidad es 3 kg/L.

6. La caja A está en equilibrio, ya que la vertical que pasa por el  $cdg$  pasa por la base de sustentación. La caja B no estaría en equilibrio ya que la vertical que pasa por el  $cdg$  no pasa por la base de sustentación. Por último, la caja C, aunque en equilibrio, está en una situación «peligrosa» porque cualquier pequeña inclinación hacia la izquierda haría que cayera.



7. Los enunciados son incorrectos y los errores cometidos en cada uno son:

a) Justo al revés. La presión es mayor cuanto menor es la superficie.

b) En la Luna no hay presión atmosférica porque no hay atmósfera.

c) El pascal (Pa) equivale a  $1 \text{ N/m}^2$ .

8. La presión por la punta es:  $P = \frac{100}{0,1 \cdot 10^{-6}} = 10^9 \text{ Pa}$

Y la presión por la cabeza es:  $P = \frac{100}{30 \cdot 10^{-6}} = 3,3 \cdot 10^6 \text{ Pa}$

Fíjate que hemos puesto la superficie en la unidad del SI. En el primer caso la presión es mucho mayor ya que, para una misma fuerza, la superficie es menor.

9. El barómetro, aparato que se utiliza para medir la presión atmosférica, marcará menos que antes, ya que la presión disminuye al sacar parte del aire que hay en la habitación. La balanza marcará los mismos 125,2 g pues la masa no depende para nada de la existencia de aire. Lo mismo ocurre con los 1,23 N marcados por el dinamómetro, que mide la fuerza con la que la Tierra atrae a los cuerpos, que como sabemos no depende de la existencia de aire.

La respuesta anterior es exacta si no se cuenta con el empuje de Arquímedes que ejerce el aire sobre el dinamómetro y el cuerpo. Si contamos con él habrá que pensar que, al sacar parte del aire de la habitación y seguir ésta cerrada, tendremos menos aire que antes ocupando un mismo volumen, con lo que el empuje sobre el cuerpo será menor, con lo que el dinamómetro marcará algo más. Pero la diferencia es tan mínima que prácticamente no se notaría, salvo que se utilizasen aparatos muy sensibles.

10. La superficie del balón es  $S = 4 \cdot 3,14 \cdot 0,12^2 = 0,18 \text{ m}^2$ , sobre la que empuja tanto el aire interior como el exterior.

a) La fuerza total que ejerce el aire interior sobre la pared del balón se calcula como el producto de la presión por la superficie:

$$F = P S = 1,6 \cdot 101325 \cdot 0,18 = 29182 \text{ N}$$

b) La fuerza que ejerce el aire de fuera sobre la pared es:

$$F = P S = 1 \cdot 101325 \cdot 0,18 = 18239 \text{ N}$$

La fuerza que ejerce el aire interior sobre la pared del balón es mayor que la que ejerce el aire exterior. Para poder entender por qué no aumenta el volumen del balón hay que tener en cuenta otras fuerzas, que son las fuerzas de cohesión entre las moléculas que forman el material del que está hecho la pared del balón.

c) Al introducir más aire se supone que hay más moléculas en el mismo volumen, por lo que habrá más choques de las moléculas con las paredes del balón; en consecuencia, la presión aumenta.

11. Cuando hay aire el agua de la pipeta no cae. El aire empuja hacia arriba al agua pero no puede empujarla hacia abajo porque la pipeta está tapada por la parte superior. Los hemisferios permanecen cerrados ya que existe una diferencia de presión entre el exterior (mayor) y el interior (menor).

Al sacar el aire el agua de la pipeta cae y los hemisferios se separan, pues ahora desaparece la diferencia de presión que existía antes y que los mantenía unidos.

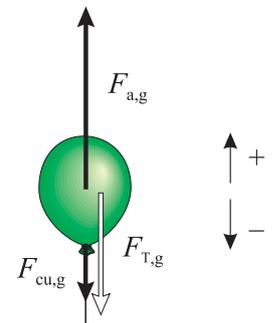
12. a) Sobre el globo actúan las fuerzas siguientes:

$F_{\text{cu,g}}$  = Fuerza que hace la cuerda sobre el globo hacia abajo: 0,04 N.

$F_{\text{a,g}}$  = Fuerza que hace el aire sobre el globo hacia arriba (empuje de Arquímedes).

$F_{\text{T,g}}$  = Fuerza con la que la Tierra atrae al globo: 0,078 N.

Teniendo en cuenta que el globo está en equilibrio, la suma de todas las fuerzas debe ser cero. Si se toma como criterio de signos positivo hacia arriba y negativo hacia abajo:



$$-0,04 \text{ N} - 0,078 \text{ N} + F_{a,g} = 0$$

$$F_{a,g} = 0,118 \text{ N}$$

Como el valor es positivo significa que está dirigida hacia arriba.

b) Puesto que el globo está totalmente sumergido en el aire, podemos escribir:

$$F_{a,g} = 0,118 \text{ N} = V_{\text{globo}} \cdot 1,29 \cdot 9,8$$

$$V_{\text{globo}} = 0,0093 \text{ m}^3 = 9,3 \text{ L}$$

c) Cuando el globo se le escapa, sólo actúan las fuerzas que hace el aire,  $F_{a,g}$  y la que hace la Tierra,  $F_{T,g}$ . El globo sube porque estaba parado y se hace una fuerza hacia arriba que es mayor que la que hay hacia abajo.

d) La suma de las fuerzas es:  $\Sigma F = 0,118 - 0,078 = 0,04 \text{ N}$  y la masa del globo  $0,008 \text{ kg}$ . Por lo tanto:

$$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{0,04}{0,008} = 5 \text{ m/s}^2$$

La velocidad se puede calcular si tenemos en cuenta que la velocidad inicial es 0:  $v = 0 + 5 \cdot 1,2 = 6 \text{ m/s}$ .

**13.** Sobre el carrito actúa siempre la fuerza de atracción de la Tierra, igual a  $200 \text{ N}$ , y la fuerza con la que el suelo sostiene al carrito, también igual a  $200 \text{ N}$ , de forma que la suma de ambas fuerzas es nula (no están dibujadas). Además, tal como dice el enunciado, actúa también una fuerza de rozamiento con el suelo de  $40 \text{ N}$ , que se opone al avance del carrito. De acuerdo con el criterio de signos la fuerza de rozamiento con el suelo es:  $F_{rs,c} = -40 \text{ N}$ . Teniendo en cuenta lo anterior podemos decir:

a) Mientras que el carrito se pone en movimiento la aceleración es:  $a = 1,5 \text{ m/s}^2$ .

Si se aplica la segunda ley de la dinámica, la suma de todas las fuerzas debe ser:

$$\Sigma F = 20 \cdot 1,5 = 30 \text{ N}$$

Por lo tanto:

$$F_{p,c} - 40 = 30$$

$$F_{p,c} = 70 \text{ N}$$

Se debe empujar con una fuerza de  $70 \text{ N}$  en el mismo sentido en que se empieza a mover el carrito.

b) Si el carrito se mueve con velocidad constante,  $a = 0$ .

Si se aplica la segunda ley de la dinámica,  $\Sigma F = 0$ . Por lo tanto:

$$F_{p,c} - 40 = 0$$

$$F_{p,c} = 40 \text{ N}$$

Se debe empujar con una fuerza de  $40 \text{ N}$  en el mismo sentido en que se empieza a mover el carrito.

c) Si el carrito está frenando, el signo de la aceleración será diferente al signo de la velocidad:  $a = -3 \text{ m/s}^2$ .

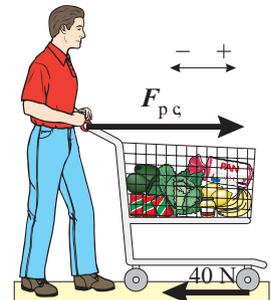
La suma de las fuerzas que deben actuar sobre el carrito será:

$$\Sigma F = 20(-3) = -60 \text{ N}$$

Por lo tanto:

$$F_{p,c} - 40 = -60; F_{p,c} = -20 \text{ N}$$

Se debe tirar del carrito con una fuerza de  $20 \text{ N}$  en sentido contrario al del movimiento del carrito.



14. Los enunciados son incorrectos y los errores cometidos en cada uno son:

a) Los cuerpos no tienen fuerza. A los cuerpos no se les da fuerza, en todo caso se les puede dotar de una velocidad o de una energía, pero no de una fuerza. Empiezan a caer cuando, por la acción de la fuerza con la que los atrae la Tierra, frenan e invierten el sentido del movimiento.

b) Si no hay fuerza, siguen con movimiento uniforme. Se detienen si existe alguna fuerza de frenado como puede ser la de rozamiento.

15. Para saber qué ocurrirá al movimiento de un cuerpo hay que conocer la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él. No dibujamos las fuerzas que hace la Tierra sobre cada patinador ni la fuerza que hace el suelo para sostener al patinador, ya que ambas son iguales y se contrarrestan.

a) Sobre el patinador A actúan en sentido horizontal dos fuerzas, la que hace la cuerda sobre él que es igual a 100 N y la debida al rozamiento con el suelo que es de 50 N. La suma de esas fuerzas es 50 N. Eso provoca una aceleración  $a_A = 50/50 = 1 \text{ m/s}^2$ , por lo que el patinador se mueve hacia la derecha con un movimiento uniformemente acelerado.

La velocidad del patinador A al cabo de 2 s será:  $v = 1 \cdot 2 = 2 \text{ m/s}$ .

b) Sobre el patinador B actúan también en sentido horizontal dos fuerzas, la que hace la cuerda que es de 100 N y la de rozamiento con el suelo que es de 80 N. La suma de esas dos fuerzas es de 20 N, y provoca una aceleración del patinador B:

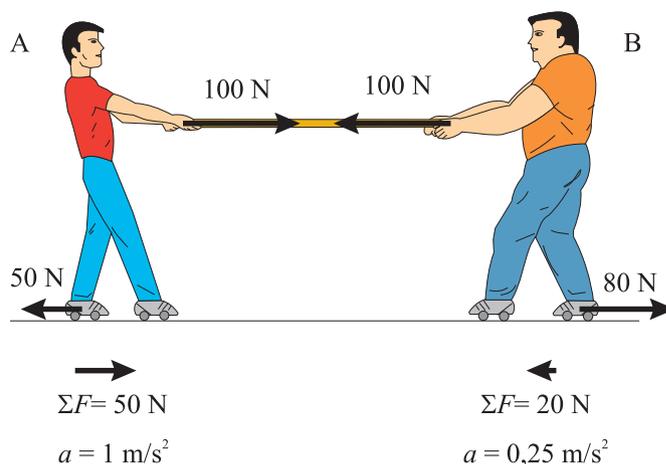
$$a_B = 20/80 = 0,25 \text{ m/s}^2$$

que se moverá hacia la izquierda con un movimiento uniformemente acelerado.

La velocidad al cabo de 2 s será:  $v = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ m/s}$ .

La distancia recorrida por el patinador A es:  $|\Delta e| = |e - e_0| = 0 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2^2 = 2 \text{ m}$ .

La distancia recorrida por el patinador B es:  $|\Delta e| = |e - e_0| = 0 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 0,25 \cdot 2^2 = 0,5 \text{ m}$ .



16. Para que la Luna gire alrededor de la Tierra se necesita una fuerza que haga variar la dirección de la velocidad. Esa fuerza tiene su origen en la atracción de la Tierra sobre la Luna, así que esa es la única fuerza que actúa sobre la Luna. Por lo tanto, el dibujo 2 es el correcto.

Los otros dibujos son inadecuados porque en ellos se representan fuerzas cuyo origen no puede justificarse ¿qué cuerpos hacen las fuerzas en la direcciones tangentes o radial hacia fuera? No existen esos cuerpos por lo que no existen esas fuerzas.

17. La principal diferencia entre el sistema heliocéntrico y el geocéntrico es que el primero coloca al Sol en el centro mientras que el segundo coloca a la Tierra como centro respecto al que giran los demás astros.

Respecto a los hitos más importantes en el cambio de una concepción por otra debemos mencionar a Copérnico, que explicó el movimiento de los astros considerando que éstos giraban alrededor del Sol. Kepler que puso de manifiesto que las órbitas eran elípticas y no circulares, lo que contradecía uno de los principios tradicionales de la distinción entre el mundo celeste y el terrestre. Y Galileo que jugó un papel importantísimo en la aceptación del modelo heliocéntrico, atacando la idea de perfección del mundo celeste, utilizando el telescopio, y defendiendo el movimiento de la Tierra alrededor del Sol, lo que le ocasionó la conocida controversia con la Iglesia.