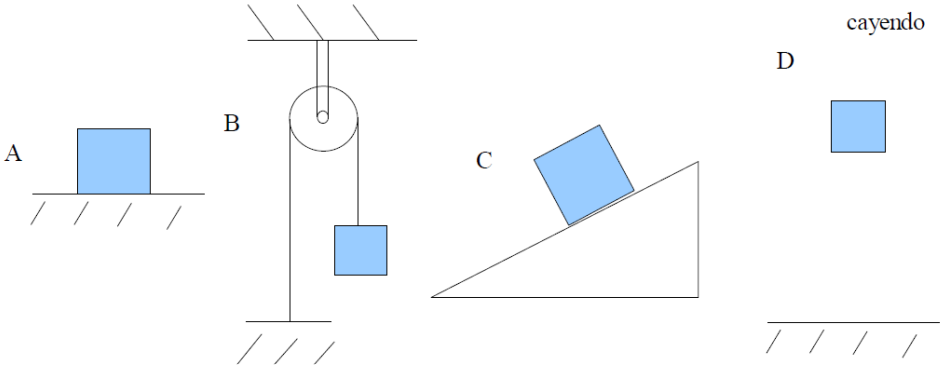
## Boletín de Actividades (VI)
## FUERZAS

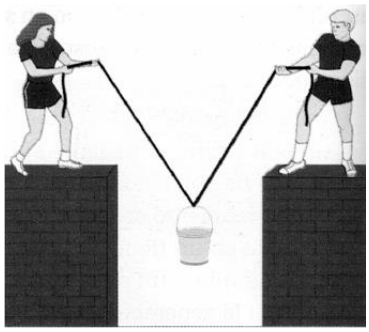
1. Comenta los siguientes enunciados, indicando si son correctos o no y, en este último caso, describiendo el error o errores cometidos:
   (a) las fuerzas gravitatorias sólo existen entre cuerpos de masas muy grandes.
   (b) las fuerzas eléctricas son de atracción entre cuerpos con carga positiva neta y de repulsión entre cuerpos con carga negativa neta.
   (c) la fuerza gravitatoria con la que un cuerpo grande atrae a uno pequeño es mayor que la fuerza con la que el pequeño atrae al grande.
   (d) la fuerza magnética que tienen los imanes grandes es mayor que la fuerza gravitatoria que tiene una masa pequeña.

2. Un animal tira de un carro con una fuerza de 800 N. Según la tercera ley de la Dinámica, el carro tira del animal con una fuerza también de 800 N en sentido contrario a la anterior. Si ambas fuerzas son iguales numéricamente y de sentidos contrarios su suma es cero. ¿Cómo es posible poner el carro en movimiento?

3. Dibuja todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo cúbico e indica sus características y las relaciones entre ellas:

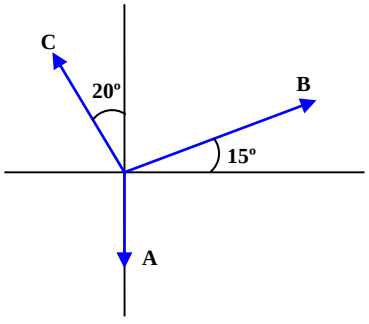


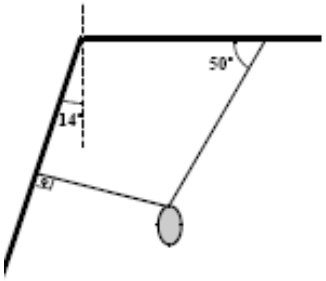

4. Jesús y Maribel quieren subir un cuerpo, cuyo peso es de 1 000 N, que se encuentra en el fondo de un pozo. Lo atan con dos cuerdas y tiran de ellas de la forma indicada en la figura. Si la fuerza que puede hacer cada uno es de 501 N:
   (a) ¿Podrán subir el cuerpo? ¿Por qué? ¿Cómo podrán hacerlo?
   (b) Calcula la suma de dos fuerzas, una de 500 N y otra de 300 N, aplicadas a un mismo cuerpo y que forman entre sí un ángulo de 60º.



5. Determina el valor resultante del conjunto de fuerzas (vectores) de la figura de abajo a la izquierda, donde los módulos de A, B y C son 5, 9 y 8 N respectivamente.

6. Un objeto de 480 N de peso se cuelga del techo y de la pared inclinada de un edificio con ayuda de dos cuerdas, tal y como se muestra en la figura de abajo a la derecha. Determina el valor de las tensiones que ejercen las cuerdas sabiendo que todo el conjunto está en equilibrio.

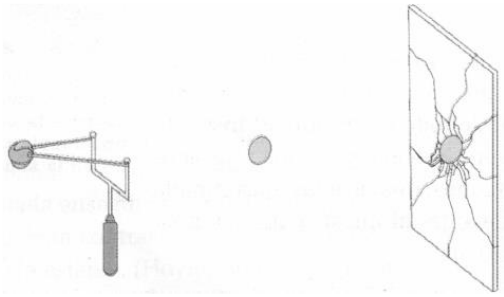


7. El ion sulfuro tiene una carga neta de $-3.2 \cdot 10^{-19}$ C y un radio de $2 \cdot 10^{-10}$ m. El ion sodio tiene una carga neta de $1.6 \cdot 10^{-19}$ C y un radio de $1 \cdot 10^{-10}$ m.
   (a) Calcula la fuerza que hará un ion sulfuro sobre un ion sodio cuando están en contacto en el aire.
   (b) ¿La fuerza que hace el ion sodio sobre el ion sulfuro será mayor, igual o menor que la que has calculado en (a)? ¿Será de atracción o de repulsión? Explica la respuesta.

8. Dos esferas metálicas de 10 g cuelgan de sendos hilos de un mismo punto del techo de una habitación. En un determinado instante se les suministra carga eléctrica de igual valor y signo, de modo que se repelen formando los hilos entre sí un ángulo de 8º. Si sabemos que la longitud de los hilos era de 12 cm, determina el valor de caga suministrada a cada esfera.

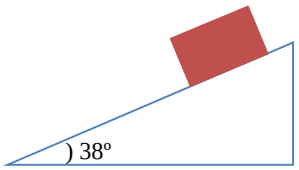
9. El dibujo representa tres momentos diferentes del movimiento de una piedra de 100 g y 30 $cm^3$: (1) mientras es lanzada por una goma elástica (tirachinas); (2) cuando va por el aire; (3) cuando, desafortunadamente, choca contra un cristal y lo rompe.



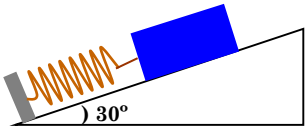
   (a) Dibuja las fuerzas que actúan sobre la piedra en cada uno de los tres casos, señalando su origen.
   (b) Calcula el empuje de Arquímedes sobre la piedra debido al aire (densidad del aire = 1.29 $kg/m^3$) y compáralo con el peso de la piedra.
   (c) Identifica dos interacciones en las que participe la piedra cuando está chocando con el cristal. Indica las dos fuerzas que existen en cada interacción señalando con claridad el punto de aplicación, la dirección y el sentido de cada una.
   (d) ¿La fuerza que hace la piedra sobre el cristal será mayor, menor o igual a la que hace el cristal sobre la piedra? Explica la respuesta.
   (e) ¿La fuerza que hace el cristal sobre la piedra será mayor, menor o igual a la que hace la Tierra sobre la piedra? Explica la respuesta.

10. Un cuerpo de 6 kg se cuelga de un dinamómetro. Se pide:
    (a) ¿Cuánto marcará el dinamómetro?
    (b) Se introduce el cuerpo totalmente en alcohol y se observa que el dinamómetro marca 38 N. Calcula el volumen del cuerpo si sabemos que la densidad del alcohol es 0.8 kg/L.
    (c) ¿Flotaría el cuerpo en un líquido cuya densidad fuese 3 kg/L?

11. Soltamos un objeto de 70 kg de masa desde la parte superior de un plano inclinado (sin rozamiento), tal y como se observa en la figura. ¿Cuánto vale la fuerza que hace descender al objeto y cuánto vale la fuerza que ejerce la superficie del plano sobre aquél?




12. Un objeto de 12 kg de masa está situado sobre un plano inclinado 30º sin rozamiento de modo que comprime un muelle de constante elástica 270 N/m quedando en equilibrio, tal y como se ve en la figura. Se pide: (a) ¿cuánto se comprime el muelle?; (b) el valor de la fuerza que ejerce el plano sobre el objeto.



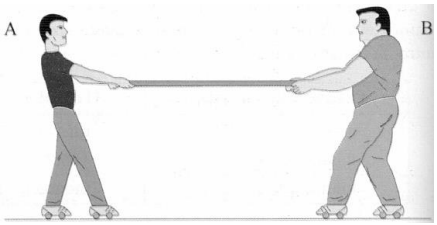

13. Un niño lleva un globo atado a una cuerda cogida de la mano. Se descuida y lo suelta, de forma que el globo sube. La masa del globo es de 8 g y la fuerza que hacía el niño sobre la cuerda era 0.04 N. Suponiendo que no hay rozamiento con el aire, se pide:
    (a) Identifica las fuerzas que actuaban sobre el globo cuando el niño tenía cogida la cuerda. Indica el valor de cada una de esas fuerzas.
    (b) Calcula el volumen del globo sabiendo que la densidad del aire es 1.29 $kg/m^3$.
    (c) Identifica las fuerzas que actúan sobre el globo cuando se le ha escapado.
    (d) Calcula la aceleración y la rapidez 1.2 s después de que se le haya escapado.

14. Cuando vas a un supermercado tienes que empujar el carrito de la compra. Cuando lo quieres poner en movimiento debes empujarlo con más fuerza que cuando quieres que siga moviéndose con rapidez constante. Indica el valor de todas las fuerzas que actúan sobre un carrito de 20 kg en las situaciones siguientes, si tenemos en cuenta que la fuerza de rozamiento con el suelo es de 40 N:

(a) Cuando el carrito se pone en movimiento, si queremos que aumente su rapidez con aceleración de 1.5 m/s².
(b) Cuando el carrito se mueve con una rapidez constante.
(c) Cuando el carrito está frenando con una aceleración de 3 m/s².

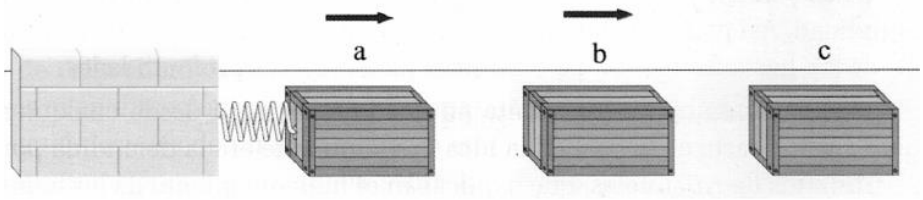
15. Comenta los siguientes enunciados, indicando si son correctos o no y, en este último caso, describiendo el error o errores cometidos:
(a) Los cuerpos que lanzamos hacia arriba se detienen y empiezan a caer hacia abajo cuando se les acaba la fuerza que les hemos dado.
(b) Los cuerpos acaban deteniéndose si no hay una fuerza que los empuje hacia donde se están moviendo.

16. La masa del patinador A es de 50 kg, mientras que la del B es de 80 kg. Ambos tiran con la misma fuerza de la cuerda (100 N). La fuerza de rozamiento con el suelo es de 50 N en el caso del patinador A y de 80 N en el caso del B. Se pide:
(a) ¿Cómo será el movimiento de cada uno? ¿Qué rapidez tendrá cada uno al cabo de 2 s?
b) ¿Qué distancia recorre cada uno durante ese tiempo?



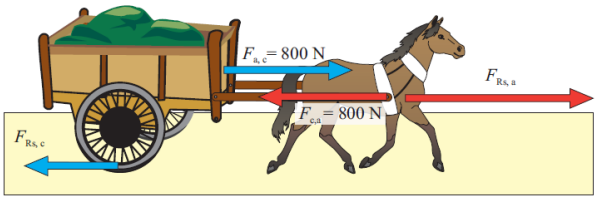

17. Una persona empuja a una estantería con libros cuya masa es 80 kg, de forma que la desplaza durante 4 s con rapidez constante de 20 cm/s. Se pide:
(a) Calcula la fuerza que hace la persona sobre la estantería, teniendo en cuenta que el coeficiente de rozamiento de la estantería con el suelo es 0.7.
(b) Si la persona que empuja pesa 600 N, ¿cuál debe ser el valor mínimo del coeficiente de rozamiento de la goma de sus zapatos con el suelo? Ten en cuenta que no debe resbalar hacia atrás.
(c) Una compañera dice que cuando la persona deje de empujar, la estantería se parará instantáneamente; otra dice que se parará después de recorrer una pequeña distancia; ¿cuál lleva razón? Explica tu respuesta.

18. Dibuja las fuerzas que actúan sobre la caja de 18 kg y analiza cómo será su movimiento en los casos siguientes:
(a) Mientras la caja se mueve empujada por el muelle con una fuerza de 60 N, suponiendo que existe una fuerza de rozamiento con el suelo de 40 N.
(b) Mientras la caja se desplaza sobre el suelo, una vez que ya no es empujada por el muelle.
(c) ¿Qué sucederá si, estando la caja en movimiento, llega a una zona perfectamente encerada en la que no hay rozamiento de ningún tipo?
(d) ¿Es aplicable el primer principio de la dinámica en alguno de los casos anteriores?
(e) ¿Se puede saber la fuerza con la que la caja empuja al muelle en la situación A? Explica tu respuesta.



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. Hay que insistir en que las dos fuerzas de una misma interacción son iguales entre sí, aunque de sentidos contrarios y, algo que es muy importante, *aplicadas en cuerpos diferentes*. Si se tiene claro esto último, se puede aceptar fácilmente que no se pueden sumar para conocer los efectos que producirán sobre uno de los cuerpos que interaccionan. Sobre el carro actúa en dirección horizontal la fuerza que hace el animal y la posible fuerza de rozamiento con el suelo, tal como puede verse en el dibujo. *Si la fuerza que hace el animal supera a la de rozamiento, el carro podrá ponerse en marcha.*

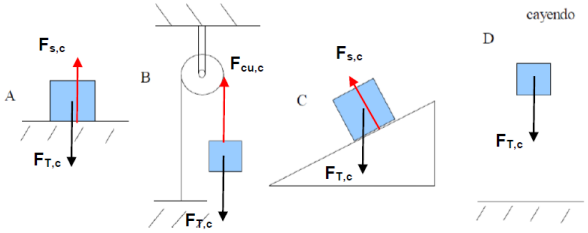



3. Sobre el cuerpo A, actúan dos fuerzas; su peso, $F_{T,c}$, debida a la atracción que ejerce el planeta Tierra sobre el cuerpo y la fuerza normal, $F_{s,c}$, que es la fuerza que la superficie del suelo hace sobre el cuerpo impidiendo que lo atraviese. Esta fuerza es debida a la repulsión entre los electrones del cuerpo con los del suelo. Puesto que el cuerpo está en equilibrio, las dos fuerzas se anulan: $F_{s,c} = F_{T,c}$.

Sobre el cuerpo B, actúa el peso $F_{T,c}$ del cuerpo, y la fuerza que hace la cuerda sobre el cuerpo (tensión) $F_{cu,c}$. La tensión de la cuerda, es también una fuerza de naturaleza electromagnética. Puesto que el cuerpo se encuentra en equilibrio, se cumple que $F_{cu,c} = F_{T,c}$.

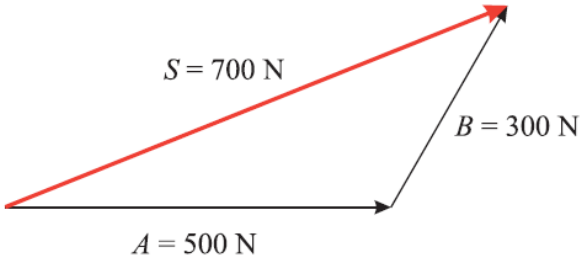
Sobre el cuerpo C, actúa la fuerza peso $F_{T,c}$, y la fuerza de la superficie del plano sobre el cuerpo, $F_{s,c}$. Puesto que estas dos fuerzas no están alineadas, no pueden anularse, y por tanto, este cuerpo no está en equilibrio. Al sumar estas dos fuerzas, nos da una ΣF paralela al plano y con sentido hacia abajo. Por eso, este cuerpo bajará acelerando en esa dirección. Si hubiera rozamiento, habría que dibujarlo en el sentido contrario a la fuerza resultante. Si la fuerza de rozamiento es suficientemente grande, podrá anular a la fuerza resultante de la normal y el peso, y por tanto, el cuerpo quedará en equilibrio.

Sobre el cuerpo D, la única fuerza que actúa es la fuerza peso. Puesto que es la única fuerza, el cuerpo no está en equilibrio. Si consideráramos la fuerza de resistencia con el aire, deberemos dibujarla hacia arriba, oponiéndose al movimiento.

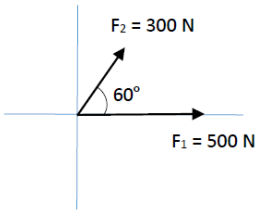



4. (a) No pueden subir el cuerpo. La razón es que no están tirando en la misma dirección sino que, como se ve en el dibujo, las fuerzas con la que tiran forman un ángulo bastante apreciable; por eso, el módulo de la suma en la dirección vertical es menor de 1 000 N, ya que como sabemos la suma de vectores 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 1002 N.

(b) Para calcular la suma debemos dibujar, a escala, dos vectores que formen un ángulo de 60º 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.




Si lo resolvemos analíticamente, a partir del esquema:

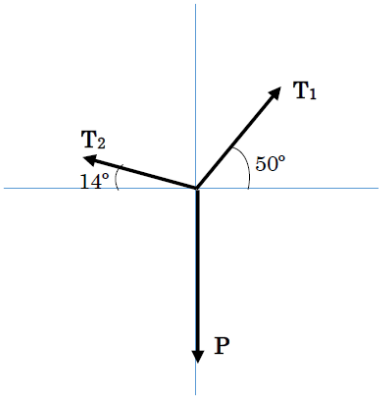



$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} = F_1 \cdot \cos\alpha + F_2 \cdot cos\beta$$
$$= 500 \cdot \cos 0 + 300 \cdot cos60 = 650\ N$$
$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} = F_1 \cdot \operatorname{sen}\alpha + F_2 \cdot sen\beta$$
$$= 500 \cdot \operatorname{sen} 0 + 300 \cdot sen60$$
$$= 259.81\ N$$
$$\sum F = \sqrt{650^2 + 259.81^2} = 700\ N.$$
$$\gamma = arctan\frac{259.81}{650} = 21º47'13''$$

5. $\sum F_x = A_x + B_x + C_x = A \cdot \cos\alpha + B \cdot cos\beta + C \cdot cos\gamma = 5 \cdot \cos 270 + 9 \cdot cos15 + 8 \cdot cos110 = 5.96\ N$

$$\sum F_y = A_y + B_y + C_y$$
$$= A \cdot \operatorname{sen}\alpha + B \cdot sen\beta + C \cdot sen\gamma$$
$$= 5 \cdot \operatorname{sen} 270 + 9 \cdot sen15 + 8 \cdot sen110 = 4.85\ N$$
$$\sum F = \sqrt{5.96^2 + 4.85^2} = 7.68\ N.$$
$$\delta = arctan\frac{4.85}{5.96} = 39º8'14''$$

6. El siguiente esquema podría representar la situación que se está estudiando:




Por comodidad, a la fuerza que hace una **cu**erda sobre el **c**uerpo, $F_{cu,c}$, la denominaremos tensión, T.
Como el cuerpo está en equilibrio, ΣF = 0.
Así, a lo largo del eje eje X debe cumplirse:

$$T_{1x} + T_{2x} + P_x = 0$$
$$T_1 cos50 + T_2 cos166 + P cos270 = 0$$

A lo largo del eje Y debe cumplirse:

$$T_{1y} + T_{2y} + P_y = 0$$
$$T_1 sen50 + T_2 sen166 + P sen270 = 0$$

Sustituyendo el valor de P por 480 N, nos queda el siguiente sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas:

$$\left.\begin{matrix} T_1 cos50 + T_2 cos166 = 0 \\ T_1 sen50 + T_2 sen166 - 480 = 0 \end{matrix}\right\}$$

Despejando $T_1$ en la primera ecuación:

$$T_1 = -\frac{T_2 cos166}{cos50}$$

Sustituyendo en la segunda ecuación:

$$-\frac{T_2 cos166}{cos50} sen50 + T_2 sen166 - 480 = 0$$

Que podemos poner como:

$$-T_2 cos166 tan50 + T_2 sen166 = 480$$

Sacando $T_2$ factor común:

$$T_2 \cdot (sen166 - cos166 tan50) = 480$$

Despejando $T_2$:

$$T_2 = \frac{480}{(sen166 - cos166 tan50)} = 343.3\ N$$

Y por últimos, calculamos $T_1$:

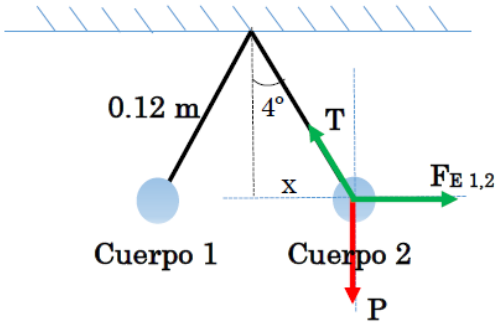
$$T_1 = -\frac{343.3 \cdot cos166}{cos50} = 518.2\ N$$

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

$$F_{ion\ sulfuro,\ ion\ sodio} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3.2 \cdot 10^{-19} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{(2 \cdot 10^{-10} + 1 \cdot 10^{-10})^2}$$
$$= 5.12 \cdot 10^{-9}\ N$$

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.

8. La situación se puede representar en el siguiente esquema:




Si nos fijamos en el cuerpo 2 (al mismo resultado se llegaría con el cuerpo 1), éste se encuentra en equilibrio: ΣF = 0.
Así, a lo largo del eje eje X debe cumplirse:

$$T_x + F_{E\ 1,2x} + P_x = 0$$
$$T cos94 + F_{E\ 1,2} cos0 + P cos270 = 0$$

A lo largo del eje Y debe cumplirse:

$$T_y + F_{E\,1,2y} + P_y = 0$$
$$Tsen94 + F_{E\,1,2}sen0 + Psen270 = 0$$

Sustituyendo el valor de P por 0.098 N, nos queda el siguiente sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas:

$$\left.\begin{matrix} Tcos94 + F_{E\,1,2} = 0 \\ Tsen94 - 0.098 = 0 \end{matrix}\right\}$$

De la segunda ecuación, obtenemos el valor de $T$:

$$T = \frac{0.098}{sen94} = 0.098\ N$$

De la primera ecuación obtenemos $F_{E\,1,2}$:

$$F_{E\,1,2} = -T \cdot cos94 = -0.098 \cdot cos94 = 0.00684\ N$$

Aplicando la ley de Coulomb:

$$F_{E\,1,2} = K \cdot \frac{q^2}{d^2}$$

Si despejamos $q$:

$$q = \sqrt{\frac{F_{E\,1,2} \cdot d^2}{K}}$$

Pero para conocer el valor de $q$, debemos conocer la distancia, d, que hay entre ambos cuerpos cargados. A partir de la figura anterior, podemos escribir:

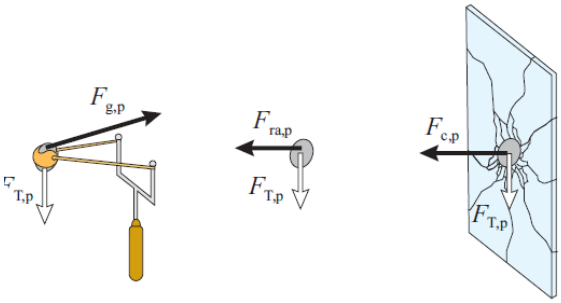
$$sen4 = \frac{x}{0.12}; x = 0.0084\ m$$

Como la distancia entre los cuerpos cargados es el doble de $x$: $d = 0.0168\ m$

Así:

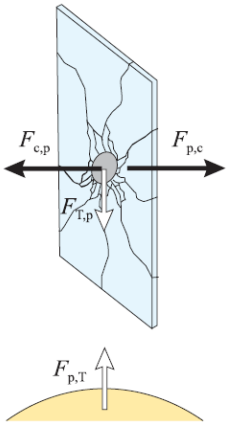
$$q = \sqrt{\frac{F_{E\,1,2} \cdot d^2}{K}} = \sqrt{\frac{0.00684 \cdot 0.0168^2}{9 \cdot 10^9}} = 1.46 \cdot 10^{-8}\ C$$

9. (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:
$E = V_{piedra} \cdot \rho_{aire}\ g = 0.000030 \cdot 1.29 \cdot 9.8 = 0.00038$ 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.

10. (a) Sobre el cuerpo de 6 kg actúan dos fuerzas, la que hace la Tierra $6 \cdot 9.8 = 58.8$ 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:

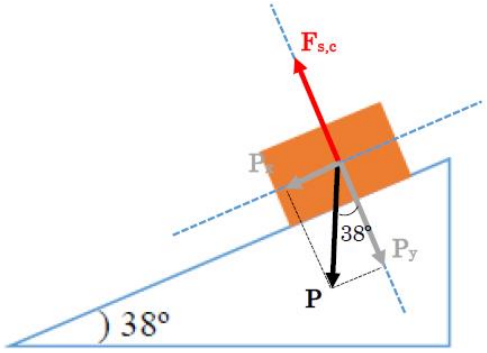
$$-58.8\ N + Empuje_{alcohol,cuerpo} + 38\ N = 0;$$
$$Empuje_{alcohol,cuerpo} = 20.8\ N$$

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

$$20.8\ N = 800\ kg/m^3\ V_{cuerpo}\ 9.8\ N/kg$$
$$V_{cuerpo} = 0.00265\ m^3 = 2.65\ L$$

(c) La densidad del cuerpo = 6/2.65 = 2.26 kg/L. Ese cuerpo flotará en un líquido cuya densidad es 3 kg/L.

11. Cuando un cuerpo está situado en un plano inclinado, es conveniente colocar los ejes cartesianos tal y como se indica en la figura, pues la descomposición de fuerzas es más fácil.
El ángulo que forma el P con el eje Y es de 38º, puesto que sus lados son perpendiculares a los lados que forman el ángulo de 38º del plano inclinado.




La fuerza que hace descender al cuerpo es la componente X del peso, $P_x$, cuyo valor es:

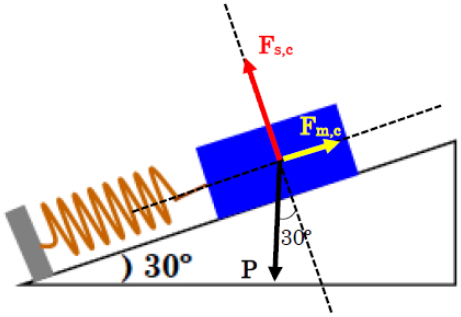
$$P_x = P \cdot cos\alpha = 70 \cdot 9.8 \cdot cos232 = -422.3\ N$$

La fuerza que hace descender al cuerpo vales 422.3 N (el signo menos nos indica que cae hacia el sentido negativo del eje Y).

La fuerza que ejerce la superficie del plano sobre el cuerpo, $F_{s,c}$ (habitualmente conocida como *normal*, *N*), debe coincidir en valor numérico con la componente Y del peso, $P_y$, puesto que ambas están en equilibrio (no hay movimiento a lo largo del eje Y): $\Sigma F_y = 0$; $F_{s,c} + P_y = 0$;

$$F_{s,c} = -P_y = -70 \cdot 9.8 \cdot sen232 = 540.6\ N$$

12. Sobre el cuerpo actúan tres fuerzas: la fuerza que hace la Tierra sobre el cuerpo, su , peso, *P*, la fuerzas que hace el suelo del plano sobre el cuerpo, $F_{s,c}$, y la fuerza que hace el muelle sobre el cuerpo, $F_{m,c}$.




Como el cuerpo está en equilibrio: $\Sigma F = 0$.

(a) En el eje X debe cumplirse:

$$F_{m,c\,x} + F_{s,c\,x} + P_x = 0$$
$$F_{m,c}cos0 + Pcos240 = 0$$
$$F_{m,c} = -12 \cdot 9.8 \cdot cos240 = 58.8\ N$$

Aplicando la ley de Hooke, podemos conocer cuánto se comprime el muelle:

$$F_{m,c} = k \cdot \Delta l$$
$$\Delta l = \frac{F_{m,c}}{k} = \frac{58.8}{270} = 0.218\ m = 21.8\ cm$$

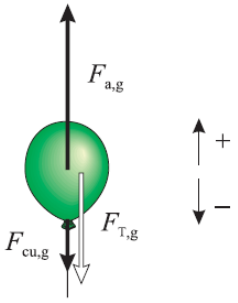
El muelle se ha comprimido 21.8 cm.

(b) En el eje Y debe cumplirse:

$$F_{m,c\,y} + F_{s,c\,y} + P_y = 0$$
$$F_{s,c}sen90 + Psen240 = 0$$
$$F_{s,c} = -12 \cdot 9.8 \cdot sen240 = 101.8\ N$$

La fuerza que hace el suelo del plano sobre el cuerpo es 101.8 N.

13. (a) Sobre el globo actúan las fuerzas siguientes:
$F_{cu,g}$= Fuerza que hace la cuerda sobre el globo hacia abajo: 0.04 N.
$F_{a,g}$= Fuerza que hace el aire sobre el globo hacia arriba (empuje de Arquímedes).
$F_{T,g}$= 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 N – 0.078 N + $F_{a,g}$= 0
$F_{a,g}$= 0.118 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 N = $V_{globo}$ · 1.29 · 9.8
$V_{globo}$= 0.0093 $m^3$ = 9.3 L

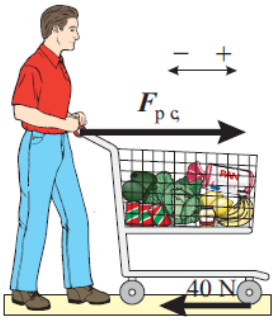
(c) Cuando el globo se le escapa, sólo actúan las fuerzas que hace el aire, $F_{a,g}$ y la que hace la Tierra, $F_{T,g}$. El globo sube porque estaba parado y se hace una fuerza hacia arriba que es mayor que la que hay hacia abajo.

(d) La suma de las fuerzas es: $\Sigma F = 0.118 - 0.078 = 0.04$ N y la masa del globo 0.008 kg. Por lo tanto:

$$a = \frac{\sum F}{m} = \frac{0.04}{0.008} = 5\ m/s^2$$

La rapidez se puede calcular si tenemos en cuenta que la rapidez inicial es 0: $v = 0 + 5 \cdot 1.2 = 6$ m/s.

14. Sobre el carrito actúa siempre la fuerza de atracción de la Tierra, igual a 200 N, y la fuerza con la que el suelo sostiene al carrito, también igual a 200 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 N, que se opone al avance del carrito. De acuerdo con el criterio de signos la fuerza de rozamiento con el suelo es: $Fr_{s,c}$= –40 N.




Teniendo en cuenta lo anterior podemos decir:
(a) Mientras que el carrito se pone en movimiento la aceleración es: a = 1.5 m/s².
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: $F_{p,c} - 40 = 30$; $F_{p,c} = 70$ N
Se debe empujar con una fuerza de 70 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, ΣF = 0. Por lo tanto: $F_{p,c} - 40 = 0$; $F_{p,c} = 40$ N.
Se debe empujar con una fuerza de 40 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 rapidez: a = –3 m/s². La suma de las fuerzas que deben actuar sobre el carrito será: ΣF = 20 (–3) = –60 N. Por lo tanto: $F_{p,c} - 40 = -60$; $F_{p,c} = -20$ N. Se debe tirar del carrito con una fuerza de 20 N en sentido contrario al del movimiento del carrito.

15. 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 rapidez 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.

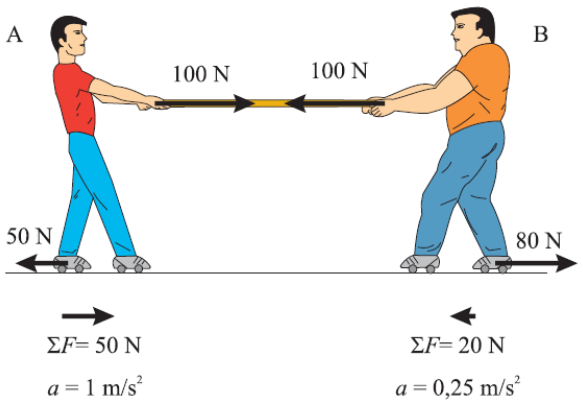
16. Para saber qué ocurrirá al movimiento de un cuerpo hay que conocer la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él. No dibujamos las fuerzas que hace la Tierra sobre cada patinador ni la fuerza que hace el suelo para sostener al patinador, ya que ambas son iguales y se contrarrestan.

(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 m/s², por lo que el patinador se mueve hacia la derecha con un movimiento uniformemente acelerado. La rapidez del patinador A al cabo de 2 s será: v = 1 · 2 = 2 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:

$$a_B = 20/80 = 0.25 \text{ m/s}^2$$

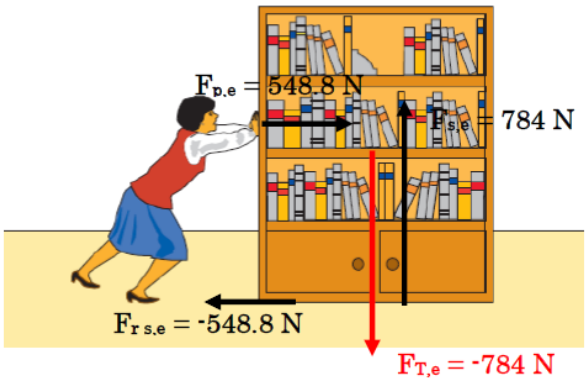
que se moverá hacia la izquierda con un movimiento uniformemente acelerado.
La rapidez al cabo de 2 s será: $v = 0.25 \cdot 2 = 0.5$ m/s.




La distancia recorrida por el patinador A es: $|\Delta e| = |e - e_0| = 0 \cdot 2 + \frac{1}{2}\, 1 \cdot 2^2 = 2$ m.
La distancia recorrida por el patinador B es: $|\Delta e| = |e - e_0| = 0 \cdot 2 + \frac{1}{2}\, 0.25 \cdot 2^2 = 0.5$ m.

17. (a) Sobre la estantería actúan:
* La fuerza de atracción de la Tierra.
* La fuerza que hace el suelo equilibrando a la anterior.
* La fuerza con la que le empuja la persona.
* La fuerza de rozamiento con el suelo.

La fuerza de rozamiento con el suelo será igual al valor máximo posible de esa fuerza, ya que existe movimiento relativo entre ambas superficies. Esa fuerza es: $784 \cdot 0.7 = 548.8$ N.
Dado que la estantería se está desplazando con movimiento uniforme, la suma de todas las fuerzas que actúan sobre ella debe ser nula. Por lo tanto, la fuerza que hace la persona sobre la estantería será igual a 548.8 N, de sentido contrario a la del rozamiento.

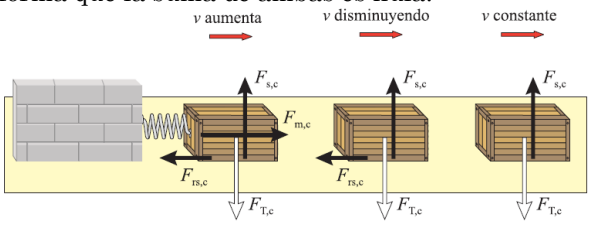



(b) Si analizamos las fuerzas que actúan sobre la persona, además de los 600 N de atracción de la Tierra, el suelo debe sostenerla con una fuerza igual y de sentido contrario. La estantería le empuja a la persona hacia la izquierda con una fuerza de 548.8 N (tercera ley), por lo que a la persona también se le debe empujar hacia la derecha con una fuerza de valor igual o mayor (si la persona se mueve con aceleración), fuerza que será debida al rozamiento con el suelo. De ahí se puede calcular el coeficiente de rozamiento:

$$F_{r\,s,e} \leq \mu \cdot N$$
$$\frac{548.8}{600} \leq \mu$$
$$\mu \geq 0.91$$

(c) Lleva razón la que dice que se parará después de recorrer una pequeña distancia. Eso será así porque la estantería está en movimiento; si se deja de empujar, actúa sólo la fuerza de rozamiento que hace que la estantería se vaya deteniendo. Puesto que su rapidez es pequeña, 0.2 m/s, y la aceleración de frenado debido a la fuerza de rozamiento es grande, 6.9 m/s², tardará poco tiempo en detenerse: $\Delta t = 0.029$ s, lo que quizás pueda hacernos pensar que se detiene instantáneamente.

18. Las fuerzas están dibujadas en la figura. En todos los casos actúa la fuerza con la que la Tierra atrae a la caja, aproximadamente igual a 80 N y la fuerza con la que el suelo sostiene a la caja, que también tiene un valor aproximado de 80 N, de forma que la suma de ambas es nula.




(a) En ese caso, la fuerza con la que el muelle empuja la caja es de 60 N mientras que la fuerza de rozamiento de la caja con el suelo es de 40 N. La suma de ambas es una fuerza de 20 N dirigida en el sentido en el que la caja empieza a moverse, haciendo que aumente de velocidad.

(b) En ese caso, la fuerza que actúa sobre la caja es la de rozamiento. Su efecto es hacer que disminuya la velocidad de la caja, aunque ésta sigue moviéndose en el mismo sentido en que se movía antes. Si la fuerza actúa durante un tiempo suficiente puede hacer que la caja se pare.

(c) Cuando no hay rozamiento de ningún tipo la suma de las fuerzas es nula por lo que, si la caja está moviéndose, continuará con movimiento uniforme rectilíneo.
(d) La primera ley de la dinámica es sólo aplicable a situaciones en las que la suma de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es nula. En este caso, sólo sería aplicable a la situación en la que no hay rozamiento.

(e) Sí se puede saber la fuerza con la que la caja empuja al muelle puesto que sabemos la fuerza con la que el muelle empuja a la caja, que según el

enunciado es de 60 N. Como esas dos fuerzas son pareja en el sentido de la tercera ley de Newton, el valor de ambas es el mismo, 60 N.