TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

CONCEPTO DE FUERZA

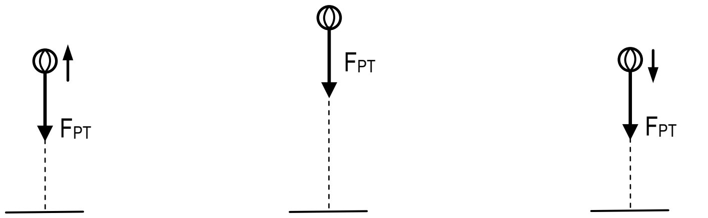
A01 Un niño lanza desde el suelo una pelota verticalmente hacia arriba. La pelota sube, alcanza una altura máxima, desciende y cae de nuevo a las manos del niño. Si se desprecia la acción del aire sobre la pelota, dibuja las fuerzas que se ejercen sobre la pelota en los siguientes casos:
a) Cuando la pelota sube.
b) Cuando la pelota se encuentra en su punto más alto.
c) Cuando la pelota desciende.

<u>Solución</u>

a) La pelota sube b) La pelota en lo más alto c) La pelota baja

Cuerpos implicados:

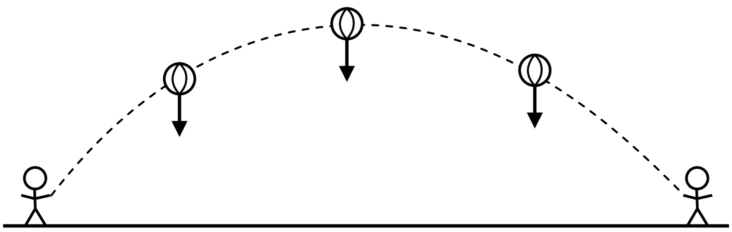
Pelota ≡ P
Tierra ≡ T
Niño ≡ N
Suelo ≡ S



A02 Dos niños, separados una cierta distancia y uno frente a otro, juegan a lanzarse una pelota. Si se desprecia la acción del aire sobre la pelota, dibuja las fuerzas que se ejercen sobre la pelota en los siguientes casos:
a) Cuando la pelota sube.
b) Cuando la pelota se encuentra en su punto más alto.
c) Cuando la pelota desciende.

<u>Solución</u>

Cuerpos implicados:
Pelota ≡ P
Tierra ≡ T
Suelo ≡ S
Niño 1 ≡ N_1
Niño 2 ≡ N_2

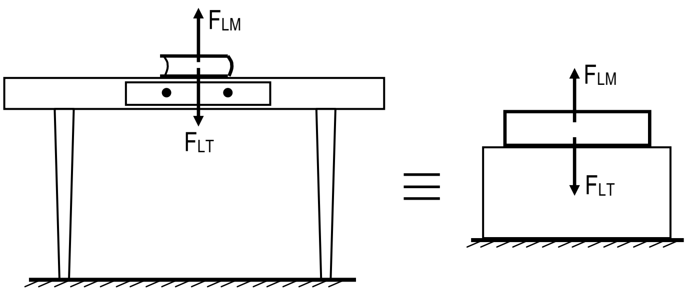


A03 Sobre una mesa descansa un libro.
a) Dibuja las fuerzas que se ejercen sobre el libro. Especifica quien las ejerce.
b) Dibuja las fuerzas que se ejercen sobre la mesa. Especifica quien las ejerce.
c) Dibuja las fuerzas de reacción a las fuerzas que se ejercen sobre el libro.
d) Dibuja las fuerzas de reacción a las fuerzas que se ejercen sobre la mesa.

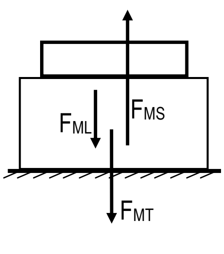
<u>Solución</u>

Cuerpos implicados:
Mesa ≡ M
Libro ≡ L
Tierra ≡ T
Suelo ≡ S

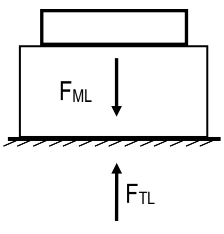
a)



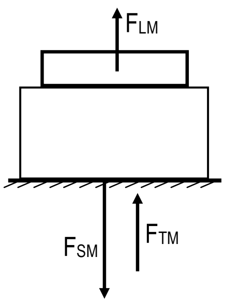
b)



c)

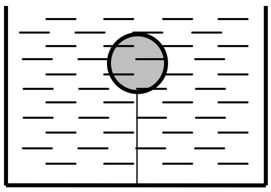


d)



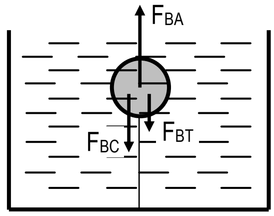
TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

A04 Una bola de corcho se fija al fondo de un depósito lleno de agua mediante una pequeña cuerda muy fina como indica la figura. Especificar las fuerzas que se ejercen sobre la bola de corcho.

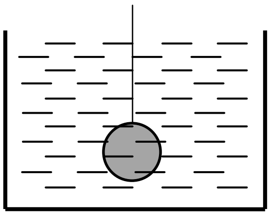


Solución

Cuerpos implicados:
Bola ≡ B
Cuerda ≡ C
Agua ≡ A
Tierra ≡ T
Recipiente ≡ R

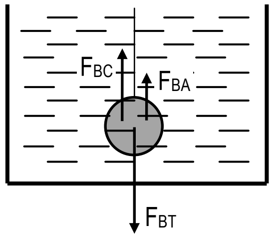


A05 Una bola de acero que cuelga de un cordel se introduce en un depósito lleno de agua y se fija su posición tal como indica la figura. Especificar las fuerzas que se ejercen sobre la bola y dibujarlas con claridad.

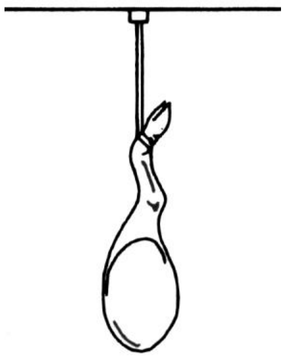


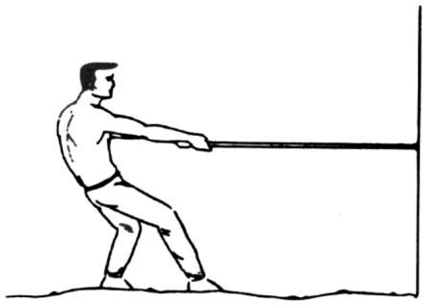
Solución

Cuerpos implicados:
Bola ≡ B
Cuerda ≡ C
Agua ≡ A
Tierra ≡ T
Recipiente ≡ R



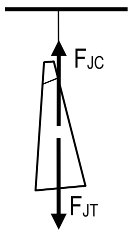
A06 Dibuja y nombra las fuerzas que se ejercen sobre el jamón y sobre el hombre en las situaciones representadas en los dos dibujos siguientes



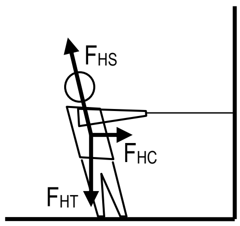


Solución

Cuerpos implicados:
Jamón ≡ J
Cuerda ≡ C
Techo ≡ Te
Tierra ≡ T



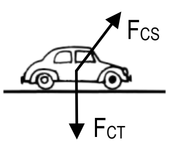
Cuerpos implicados:
Hombre ≡ H
Cuerda ≡ C
Pared ≡ P
Tierra ≡ T
Suelo ≡ S



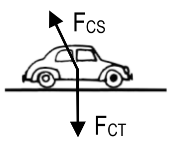
A07 Dibuja y especifica (nombra) las fuerzas que se ejercen sobre:
a) Un coche que arranca y acelera en la salida de una carrera.
b) Un coche que frena al encontrase un semáforo en rojo.
c) Un avión de hélice que vuela a velocidad de crucero constante.
d) Un avión a reacción que vuela con velocidad de crucero constante.

Solución

a) Cuerpos implicados:
Coche ≡ C
Suelo ≡ S
Tierra ≡ T

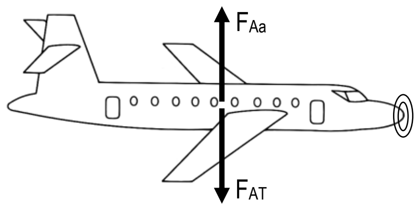


b) Cuerpos implicados:
Coche ≡ C
Suelo ≡ S
Tierra ≡ T



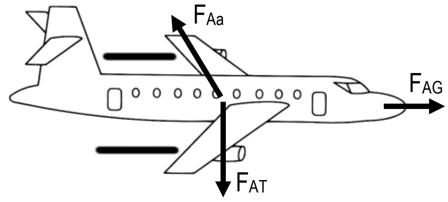
TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

c)



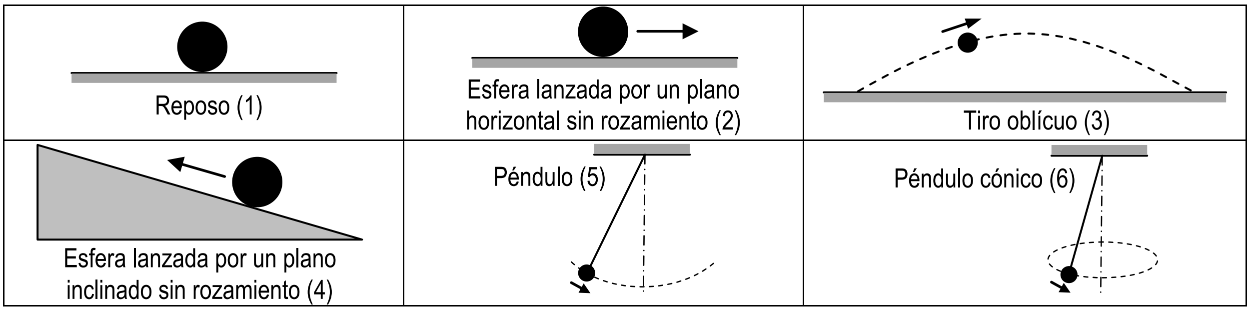
Cuerpos implicados:
Avión ≡ A ; Aire ≡ a ; Tierra ≡ T

d)

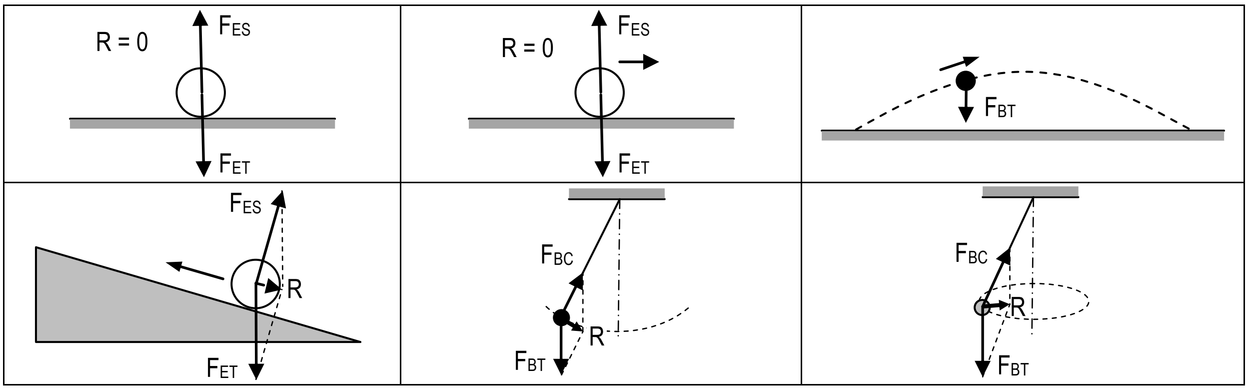


Cuerpos implicados:
Avión ≡ A ; Aire ≡ a ; Tierra ≡ T ; Gases ≡ G

A08 Dibuja las fuerzas reales que actúan sobre la esfera y su resultante.



Solución



PRINCIPIOS DE LA DINÁMICA. DINÁMICA DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO

A09 ¿Por qué te desplazas hacia delante cuando el autobús en el que viajas frena bruscamente?

Solución

En principio, el autobús y el pasajero se mueven a la misma velocidad (MRU). Pero cuando el autobús frena se modifican las fuerzas que se ejercen sobre el autobús, de manera que su velocidad cambia (disminuye). Mientras, el pasajero, sobre el que no se ejerce ninguna nueva fuerza, continúa moviéndose con la velocidad del inicio (principio de inercia). Dado que el pasajero se mueve ahora más rápido, se desplaza más distancia, lo que se traduce en que se desplaza hacia adelante respecto del autobús.

A10 Decir si es cierto o falso y razone la respuesta:
«La fuerza con qué la Tierra atrae a una manzana es mayor que la fuerza con que la manzana atrae a la Tierra»

Solución

Falso. Se trata de una pareja acción-reacción de fuerzas, y por lo tanto de acuerdo con el 3º Principio, ambas fuerzas son de igual módulo.

A11 De las siguientes frases, indica cuáles son ciertas y cuáles falsas, de forma razonada:
a) Según el principio de inercia, todo cuerpo mantiene su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme, cualquiera que sea la fuerza que se le aplique. (2 puntos)
b) La diferencia fundamental entre el rozamiento estático y el dinámico se encuentra en el hecho de que el primero aparece cuando el cuerpo está en reposo y el segundo cuando el cuerpo se mueve.
c) Las componentes normal y tangencial de la aceleración se llaman componentes cartesianas de la aceleración.
d) Si la aceleración es cero, el módulo de la velocidad debe ser constante
e) Las fuerzas de acción y reacción actúan siempre sobre el mismo cuerpo.

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

Solución

a) Falso. De acuerdo con el 2º Principio, si a un cuerpo se le aplica una fuerza, el cuerpo adquiere una aceleración proporcional a la fuerza aplicada, y no permanecerá con movimiento rectilíneo y uniforme.

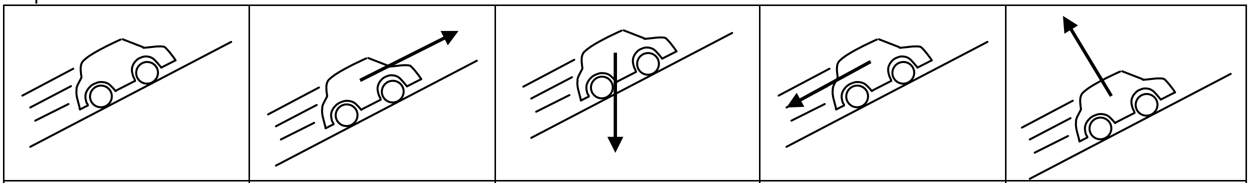
b) Cierto.

c) Falso. Se llaman componentes intrínsecas.

d) Cierto. Si la aceleración es 0 es porque la velocidad es constante, pues **v** = d**r**/dt. Y si la velocidad es constante, su módulo es porque su módulo debe ser constante.

e) Falso. El 3º Principio afirma que se ejercen sobre cuerpos diferentes.

A12 Un automóvil asciende por una pendiente rectilínea manteniendo su velocidad constante. Analice los diagramas que se presentan en la figura y escoge aquel que mejor representa la resultante de las fuerzas que actúan sobre el coche. Justifica tu respuesta.



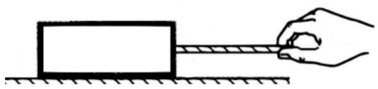
a)	b)	c)	d)	e)

Solución

La figura a). Enunciado del 1º principio. "Si la resultante de las fuerzas sobre un cuerpo es nula, el cuerpo permanece en reposo o se mueve con velocidad constante".

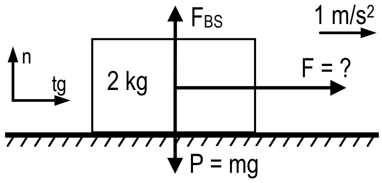
El automóvil se mueve con MRU. Por lo tanto la resultante de las fuerzas aplicadas sobre él es 0. (1º Principio). Luego, diagrama a.

A13 Sobre una superficie horizontal perfectamente pulida se tira de un bloque de 2,0 kg de masa con una cuerda también horizontal como se muestra en el dibujo. La aceleración que adquiere el bloque es de 1,0 m/s². Determinar:
a) La fuerza que ejerce la cuerda sobre el bloque.
b) La fuerza que ejerce el bloque sobre el suelo.



Solución

a)



De la ecuación fundamental de la dinámica del punto:

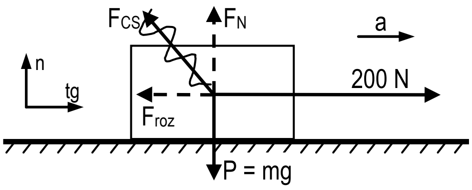
$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F = m\,a \Rightarrow F = 2{,}0 \cdot 1{,}0 = 2{,}0\,N \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_{BS} - P = 0 \Rightarrow F_{BS} = P = 2{,}0 \cdot 10 = 20\,N \end{cases}$$

b) Del 3º Principio de la dinámica:

$$F_{SB} = -F_{BS} = -20\ N$$

A14 Un cuerpo de 10 kg de masa descansa sobre una superficie horizontal rugosa cuyo coeficiente de rozamiento cinético es 0,80. ¿Cuál es la aceleración del cuerpo si se le aplica una fuerza de 200 N?

Solución



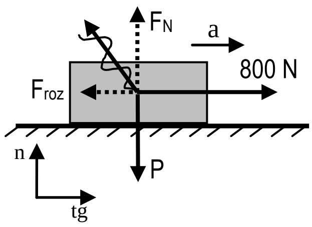
De la ecuación fundamental de la dinámica del punto:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \left.\begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow 200 - F_{roz} = 20\,a \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_N - 10 \cdot 10 = 0 \\ F_{roz} = \mu_d\, F_N = 0{,}80\ F_N \end{cases}\right\} \Rightarrow \begin{matrix} F_N = 100\,N \\ F_{roz} = 80\,N \\ a = 6{,}0\,m/s^2 \end{matrix}$$

A15 Calcular la masa de una caja sabiendo que para arrastrarla con velocidad constante sobre una superficie horizontal con la que tiene un coeficiente de rozamiento μ = 0,25; se requiere una fuerza de 800 N.

Solución

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

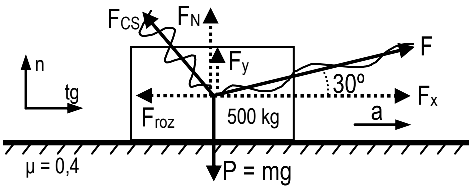


De la ecuación fundamental de la dinámica y de la expresión empírica de la fuerza de rozamiento:

$$\vec{F} = m\,\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} F_{tg} = m\,a_{tg} \;\Rightarrow\; 800 - F_{roz} = 0 \\ F_n = m\,a_n \;\Rightarrow\; F_N - 10\,m = 0 \\ F_{roz} = \mu F_N = 0{,}25\,F_N \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{de (2)}: F_N = 10m \\ \text{de (3)}: F_{roz} = 2{,}5\,m \\ \text{de (1)}: 800 - 2{,}5m = 0 \;\Rightarrow\; m = 320\text{ kg} \end{cases}$$

A16 Un hombre arrastra una caja por el suelo mediante una cuerda que forma un ángulo de 30° con la horizontal. ¿Con qué fuerza tendría que tirar el hombre si la caja, que pesa 500 kg, se mueve con velocidad constante y el coeficiente dinámico de rozamiento es de 0,40?

Solución

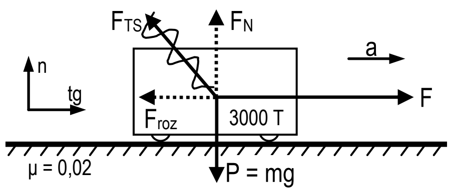


De la ecuación fundamental de la dinámica del punto:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \left.\begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\;a_{tg} \Rightarrow F\cos 30 - F_{roz} = 0 \\ \Sigma F_n = m\;a_n \Rightarrow F_N + F\,\text{sen}\,30 - 5000 = 0 \end{cases} \atop F_{roz} = \mu_d\,F_N = 0{,}40\;F_N \right\} \Rightarrow F = 1{,}9\cdot 10^2\text{ N}$$

A17 Calcula la fuerza que se debe ejercer para comunicar a un tren de 3 000 toneladas una velocidad de 60 km/h en 2,0 minutos partiendo de una situación de reposo. El coeficiente entre el tren y los raíles es de 0,020.

Solución



60 km/h = 16,7 m/s ; 3000 T = $3\cdot 10^6$ kg

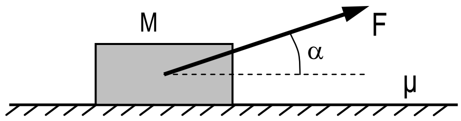
El tren realiza un MRUA de aceleración tangencial:

$$v_f = v_0 + a_{tg}\,t \;\Rightarrow\; 16{,}7 = 0 + a_{tg}\cdot 120 \;\Rightarrow\; a_{tg} = 0{,}14\text{ m/s}^2$$

Y de la ecuación fundamental de la dinámica del punto:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \left.\begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\;a_{tg} \Rightarrow F - F_{roz} = 3\cdot 10^6\cdot 0{,}14 \\ \Sigma F_n = m\;a_n \Rightarrow F_N - 3\cdot 10^7 = 0 \end{cases} \atop \text{Expresión empírica}: \; F_{roz} = \mu_d\,F_N = 0{,}02\;F_N \right\} \Rightarrow F = 1{,}02\cdot 10^6\text{ N}$$

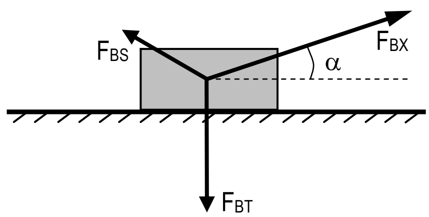
A18 Un cuerpo de masa M = 40 kg está sobre el suelo horizontal. Aplicamos al cuerpo una fuerza de módulo F = 100 N que forma un ángulo α = 37º con la horizontal. El coeficiente dinámico de rozamiento entre el cuerpo y el suelo es 0,10.



a) Haz un esquema con todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. (dibujarlas y nombrarlas)
b) Determina el valor del de la aceleración del cuerpo.

Solución

a)

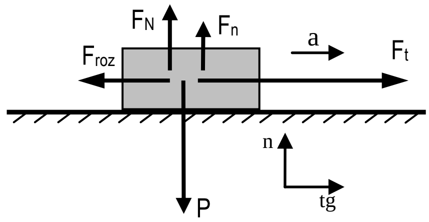


F_{BX} ≡ Fuerza que sobre el bloque hace X ≡ F

F_{BT} ≡ Fuerza que sobre el bloque hace la Tierra ≡ P

F_{BS} ≡ Fuerza que sobre el bloque hace el suelo

b)



$F_t = F\cos\alpha = 100\cdot\cos 37 = 79'9\text{ N}$

$F_n = F\,\text{sen}\,\alpha = 100\cdot\text{sen}\,37 = 60'2\text{ N}$

Descomponemos las fuerzas y aplicamos la 2ª ley de la dinámica, conjuntamente con la expresión empírica de la fuerza de rozamiento:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\;a_{tg} \Rightarrow F_t - F_{roz} = m\,a \Rightarrow 79'9 - F_{roz} = 40\cdot a \quad (1) \\ \Sigma F_n = m\,a_n \Rightarrow F_N + F_n - P = 0 \Rightarrow F_N + 60'2 - 400 = 0 \quad (2) \end{cases}$$

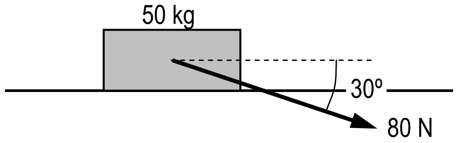
$$F_{roz} = \mu F_N \;\Rightarrow\; F_{roz} = 0{,}1\cdot F_N \quad (3)$$

Luego: de (2): $F_N = 339{,}8$ N; de (3): $F_{roz} = 0{,}1\cdot 339{,}8 = 34{,}0$ N

Finalmente: de (1): $79'9 - 34{,}0 = 40\cdot a \;\Rightarrow\; a = 1{,}15\;\text{m/s}^2$

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

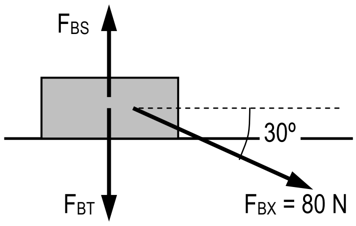
A19 A un cuerpo de 50 kg se le aplica una fuerza constante de 80 N que hace un ángulo de 30 grados con la horizontal (tal y como está representado en el dibujo). Se supone que no hay fricción con el suelo.



a) Explicita con claridad las fuerzas que se ejercen sobre el cuerpo.
b) Calcula la aceleración que tendrá.
c) ¿Qué fuerza hará el suelo sobre él?
d) Calcula la velocidad del objeto después de haber recorrido una distancia de 6 m partiendo del reposo.

Solución

a)

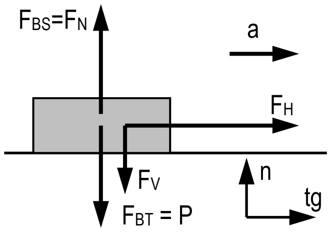


F_{BS} ≡ fuerza que sobre el bloque hace el suelo

F_{BT} ≡ fuerza que sobre el bloque hace la Tierra

F_{BX} ≡ fuerza que sobre el bloque hace un agente externo X

b)



P = 50·10 = 500 N F_H = 80 cos 30 = 69,3 N F_V = 80 sen 30 = 40,0 N

De la ecuación fundamental de la dinámica:

$$\begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\,a_{tg} \Rightarrow F_H = m\,a \Rightarrow 69{,}3 = 50a \Rightarrow a = 1{,}4\ m/s^2 \\ \Sigma F_n = m\,a_n \Rightarrow F_{BS} - F_V - P = 0 \Rightarrow F_{BS} - 40 - 500 = 0 \Rightarrow F_{BS} = 540\ N \end{cases}$$

c) El bloque describe un MRU de a_{tg} = 1,4 m/s². Se elige un sistema de referencia escalar tal que s_0 = 0 y t_0 = 0. Parte del reposo (v_0 = 0). Luego de las ecuaciones del MRUA:

$$v_t^2 = v_0^2 + 2\,a_{tg}(s_t - s_0) \quad \Rightarrow \quad v_t^2 = 0^2 + 2\cdot 1{,}4\cdot(6-0) = 16{,}8 \quad \Rightarrow \quad v = 4{,}1\ m/s$$

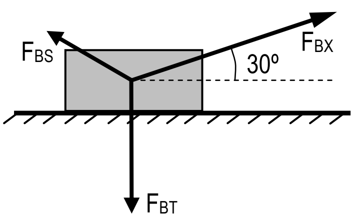
A20 A un cuerpo de 10 kg, apoyado en una superficie horizontal, se le aplica una fuerza de 20 N que forma 30º con dicha superficie y se desplaza 4 m en 4 s con movimiento uniformemente acelerado.
a) Determina la aceleración del cuerpo.
b) Dibuja claramente y nombra las fuerzas que se ejercen sobre el cuerpo.
c) Determina el coeficiente de rozamiento.

Solución

a) De las ecuaciones del MRUA (elegimos un SR tal que s_0 =0 y t_0 = 0; dato del enunciado: v_0 = 0):

$$\left.\begin{aligned} s_t &= s_0 + v_0 t + 0{,}5\,a_{tg}t^2 \quad (1) \\ v_t &= v_0 + a_{tg}t \quad (2) \\ v_t^2 &= v_0^2 + 2a_{tg}(s_t - s_0) \quad (3) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \text{de (1)}:\ 4 = 0{,}5\cdot a_{tg}\cdot 4^2 \quad \Rightarrow \quad a_{tg} = 0{,}5\ m/s^2$$

b)

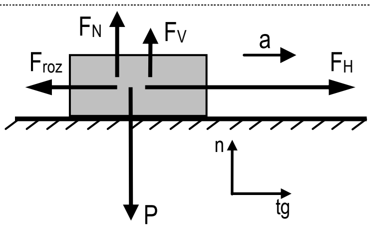


F_{BX} ≡ Fuerza que sobre el bloque hace el agente externo X ≡ F

F_{BT} ≡ Fuerza que sobre el bloque hace la Tierra ≡ P

F_{BS} ≡ Fuerza que sobre el bloque hace el suelo

c)



$$F_H = F\cos\alpha = 20\cdot\cos 30 = 17{,}3\ N$$
$$F_V = F\,\text{sen}\,\alpha = 20\cdot\text{sen}\,30 = 10{,}0\ N$$

De la aplicación de la 2ª ley de la dinámica, conjuntamente con la expresión empírica de la fuerza de rozamiento:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F_H - F_{roz} = m\,a \Rightarrow 17{,}3 - F_{roz} = 10\cdot 0{,}5 \quad (1) \\ \Sigma F_n = m\,a_n \Rightarrow F_N + F_V - P = 0 \Rightarrow F_N + 10 - 100 = 0 \quad (2) \end{cases}$$

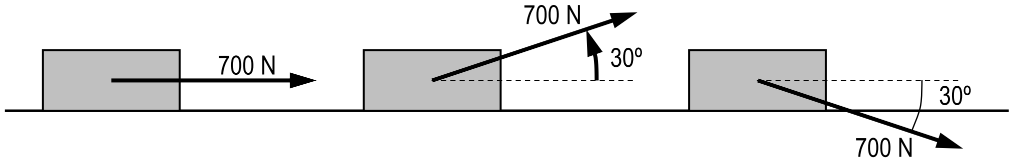
$$F_{roz} = \mu F_N \quad (3)$$

se tiene:

$$\text{de (1)}:\ F_{roz} = 12{,}3\ N; \quad \text{de (2)}:\ F_N = 90\ N; \qquad \text{de (3)}:\ \mu = \frac{12{,}3}{90} = 0{,}14$$

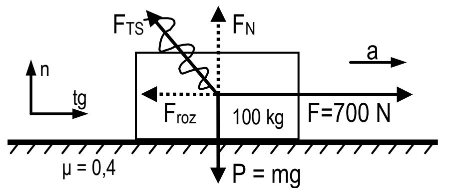
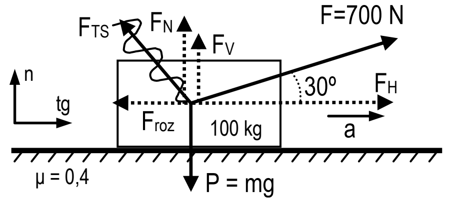
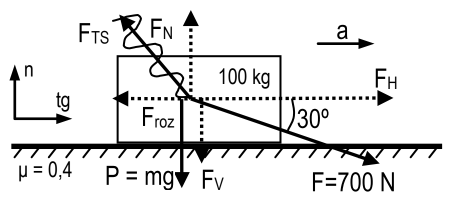
TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

A21 El coeficiente cinético de rozamiento entre el suelo y el bloque de la figura es 0,4.



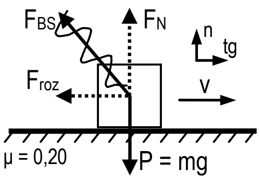
Calcula la aceleración en cada uno de los casos siguientes si el bloque tiene una masa de 100 kg.

Solución

	De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y de la expresión empírica para la fuerza de rozamiento: $\vec F = m\vec a \Rightarrow \left\{\begin{array}{l}\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow -F_{roz} + 700 = 100\ a_{tg}\\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_N - 1000 = 0\\ F_{roz} = \mu_d\ F_N = 0,4\ F_N\end{array}\right\} \Rightarrow a_{tg} = 3\ m/s^2$
 $F_H = F \cos 30 = 700 \cos 30 = 606,2\ N$ $F_V = F\ sen\ 30 = 700\ sen\ 30 = 350\ N$	De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y de la expresión empírica para la fuerza de rozamiento: $\vec F = m\vec a \Rightarrow \left\{\begin{array}{l}\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow -F_{roz} + 606,2 = 100\ a_{tg}\\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_N + 350 - 1000 = 0\\ F_{roz} = \mu_d\ F_N = 0,4\ F_N\end{array}\right\} \Rightarrow a_{tg} = 3,5\ m/s^2$
	De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y de la expresión empírica para la fuerza de rozamiento: $\vec F = m\vec a \Rightarrow \left\{\begin{array}{l}\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow -F_{roz} + 606,2 = 100\ a_{tg}\\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_N - 350 - 1000 = 0\\ F_{roz} = \mu_d\ F_N = 0,4\ F_N\end{array}\right\} \Rightarrow a_{tg} = 0,66\ m/s^2$

A22 Se lanza un bloque de 10 kg con una velocidad de 15 m/s por una superficie horizontal con rozamiento (μ = 0,20). Hallar la distancia que recorrerá hasta que para.

Solución



De la 2ª ley de Newton y de la expresión empírica de la fuerza de rozamiento:

$$\vec F = m\vec a \Rightarrow \left\{\begin{array}{l}\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow -F_{roz} = m\,a_{tg}\\ \Sigma F_n = m\,a_n \Rightarrow F_N - P = 0\\ F_{roz} = \mu_d\ F_N = 0,20\ F_N\end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l}F_N = P = m\,g = 10\cdot 10 = 100\ N\\ F_{roz} = 0,20\cdot 100 = 20\ N\\ a_{tg} = -2,0\ m/s^2\end{array}$$

Por otro lado, dado que el bloque describe un MRUA:

$$v^2 = v_0^2 + 2\,a_{tg}\ e \quad\Rightarrow\quad 0^2 = 15^2 + 2\cdot(-2)\cdot e \quad\Rightarrow\quad e = 56,25\ m$$

A23 Una grúa levanta un cuerpo de 60 kg con una aceleración de 0,50 m/s².
a) ¿Qué tensión soporta el cable que lo sostiene?
b) ¿A qué altura se encontrará el cuerpo al cabo de 10 s? Dato: g = 9,8 m/s².

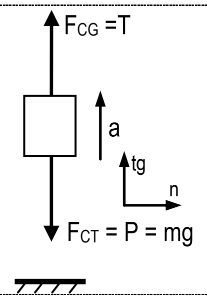
Solución

a) De la ecuación fundamental de la dinámica del punto

$$\vec F = m\vec a \Rightarrow \left\{\begin{array}{l}\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow T - 60\cdot 9,8 = 60\cdot 0,5\\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow 0 = 0\end{array}\right. \Rightarrow T = 618\ N$$

b) El cuerpo asciende con MRUA. Por lo tanto:

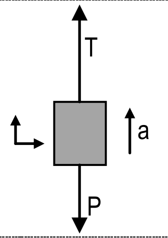
$$s_t = s_0 + v_0\ t + 1/2\ a_{tg}\ t^2 \quad\Rightarrow\quad s_{10} = 0 + 0\cdot 10 + 1/2\cdot 0,5\cdot 10^2 = 25\ m$$



TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

A24 Un bloque de 5,0 kg está sostenido por una cuerda y se eleva con una aceleración de 2,0 m/s². Tomando g = 9,8 m/s²:
a) ¿Cuál es la tensión de la cuerda?
b) Si después de iniciado el movimiento, la tensión de la cuerda se reduce a 49 N, ¿qué clase de movimiento tendrá?
c) Si se afloja la cuerda por completo, se observa que el bloque continúa moviéndose, recorriendo 2,0 m antes de detenerse. ¿Qué velocidad tenía?

Solución



a) Sobre el bloque actúan dos fuerzas: la que ejerce la Tierra, P, y la que ejerce la cuerda, T.
Aplicando la 2ª Ley de Newton al bloque:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad\Rightarrow\quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\,a_{tg} \;\Rightarrow\; T - P = m\,a \;\Rightarrow\; T - 5{,}0\cdot 9{,}8 = 5\cdot 2 \;\Rightarrow\; T = 59\,\text{N} \\ \Sigma F_n = m\,a_n \;\Rightarrow\; 0 = 0 \end{cases}$$

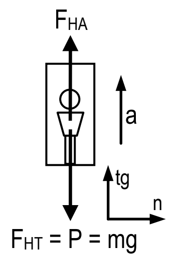
b) Si T = 49 N: $\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; T - P = m\,a \;\Rightarrow\; 49 - 5{,}0\cdot 9{,}8 = 5{,}0\cdot a \;\Rightarrow\; a = 0 \;\Rightarrow\;$ MRU

c) Si la cuerda se afloja por completo, T = 0. El cuerpo sólo está sometido a la acción de la Tierra. Por lo tanto, se trata de un movimiento vertical libre. Se puede considerar también un MRUA, donde a_{tg} = −9,8 m/s². Desde esta última perspectiva, tomando como instante inicial cuando se afloja la cuerda (t_0 = 0) y como origen de distancias sobre la trayectoria el punto donde se afloja la cuerda (s_0 = 0), se tiene:

$$v^2 = v_0^2 + 2\,a_{tg}\,e \quad\Rightarrow\quad 0^2 = v_0^2 + 2\cdot(-9{,}8)\cdot 2 \quad\Rightarrow\quad v_0 = 6{,}3\ \text{m/s}$$

A25 Un hombre de 70 kg se encuentra en la cabina de un ascensor. Determinar la fuerza que soporta el suelo de éste en los casos siguientes:
a) El ascensor sube con una aceleración constante de 1 m/s².
b) El ascensor está parado. Dato: g = 9,8 m/s².

Solución



a) a) De la ecuación fundamental de la dinámica del punto:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad\Rightarrow\quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F_{HA} - 70\cdot 9{,}8 = 70\cdot 1 \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow 0 = 0 \end{cases} \quad\Rightarrow\quad F_{HA} = 756\,\text{N}$$

Finalmente, aplicando el principio de acción y reacción: F_{AH} = − 756 N

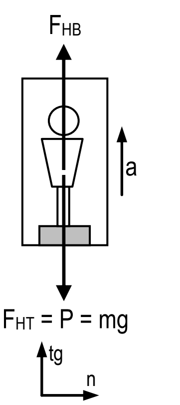
b) b) De la ecuación fundamental de la dinámica del punto:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad\Rightarrow\quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F_{HA} - 70\cdot 9{,}8 = 70\cdot 0 \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow 0 = 0 \end{cases} \quad\Rightarrow\quad F_{HA} = 686\,\text{N}$$

Finalmente, aplicando el principio de acción y reacción: F_{AH} = − 686 N

A26 Una persona de 70 kg se encuentra sobre una báscula de baño en el interior de un ascensor. Calcular las indicaciones de la báscula en cada uno de los siguientes casos:
a) Si el ascensor está en reposo;
b) cuando el ascensor arranca hacia arriba con aceleración de 1 m/s².
c) cuando el ascensor sube con velocidad constante de 5 m/s.
d) Cuando se acerca al piso en el que para, si la aceleración con que se detiene es de 1 m/s².
e) Si se rompe el cable.

Solución



a) De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y del principio de acción y reacción:
El ascensor está en reposo: a = 0.

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F_{HB} - 70\cdot 10 = 70\cdot 0 \;\Rightarrow\; F_{HB} = 700\,\text{N} \;\Rightarrow\; F_{BH} = -700\,\text{N}$$

b) El ascensor tiene una aceleración tangencial de 1 m/s²:

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F_{HB} - 70\cdot 10 = 70\cdot 1 \;\Rightarrow\; F_{HB} = 770\,\text{N} \;\Rightarrow\; F_{BH} = -770\,\text{N}$$

c) El ascensor sube con velocidad constante de 5 m/s:

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F_{HB} - 70\cdot 10 = 70\cdot 0 \;\Rightarrow\; F_{HB} = 700\,\text{N} \;\Rightarrow\; F_{BH} = -700\,\text{N}$$

d) El ascensor tiene una aceleración tangencial de −1 m/s²:

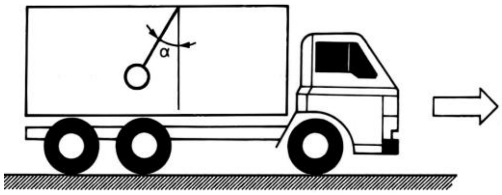
$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F_{HB} - 70\cdot 10 = 70\cdot(-1) \;\Rightarrow\; F_{HB} = 640\,\text{N} \;\Rightarrow\; F_{BH} = -640\,\text{N}$$

e) El ascensor sólo está sometido a la atracción de la Tierra. Por lo tanto, a_{tg} = −10 m/s²:

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \;\Rightarrow\; F_{HB} - 70\cdot 10 = 70\cdot(-10) \;\Rightarrow\; F_{HB} = 0\,\text{N} \;\Rightarrow\; F_{BH} = 0\,\text{N}$$

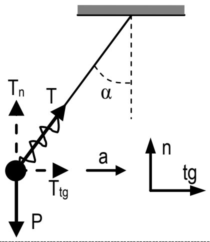
TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

A27 Del techo de un vehículo cuelga un péndulo. Si dicho vehículo se pone en marcha con una aceleración constante, el péndulo se separa de la vertical. Calcular el ángulo de desviación, sabiendo que cuando ha recorrido los primeros 20 m la velocidad del vehículo es de 36 km/h.



Solución

Sobre la bola se ejercen dos fuerzas: la de la cuerda y la de la Tierra. Además se sabe que la bola se mueve solidaria con el camión, por lo tanto con la misma aceleración. Por lo tanto:

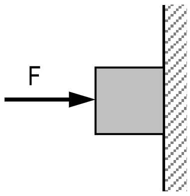


$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} & \Rightarrow \quad T_{tg} = m\,a_{tg} \quad \Rightarrow \quad T \operatorname{sen}\alpha = m\,a_{tg} \\ \Sigma F_n = m\ a_n & \Rightarrow \quad T_n - P = 0 \quad \Rightarrow \quad T\cos\alpha - m\,g = 0 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \operatorname{tg}\alpha = \frac{a_{tg}}{g}$$

Por otro lado, la aceleración de la bola será:

$$v_t^2 = v_0^2 + 2\,a_{tg}(s - s_0) \quad \Rightarrow \quad 10^2 = 0^2 + 2\cdot a_{tg}\cdot 20 \quad \Rightarrow \quad a_{tg} = 2{,}5\ \text{m/s}^2$$

Y finalmente: $\alpha = \operatorname{arc\,tg}\ 2{,}5/10 = 14\ ^{\circ}$



A28

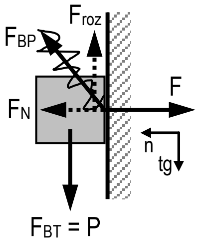
Una fuerza horizontal F de 53,4 N empuja un bloque de 22,2 N de peso contra una pared vertical. Los coeficientes de rozamiento entre el bloque son: μ_e = 0,60 y μ_d = 0,40. Si el bloque se encuentra inicialmente en reposo:

a) Describir todas las fuerzas que se ejercen sobre el bloque. Hallar si desliza o no.

b) Calcular la fuerza que ejerce la pared sobre el bloque.

Solución

a)



A la vista del diagrama de fuerzas, deslizará si P = 22,2 > $F_{roz\,máx}$ = μ_e F_N.

La ecuación fundamental de la dinámica del punto nos permite determinar F_N:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \quad (1) \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_N - F = 0 \Rightarrow F_N - 53{,}4 = 0 \quad \Rightarrow \quad F_N = 53{,}4\ \text{N} \end{cases}$$

Por lo tanto: $F_{roz\,máx}$ = μ_e F_N = 0,60 · 53,4 = 32,04. Luego, no deslizará.

b)

De (1): $\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \ \Rightarrow\ F_{roz} - P = 0 \ \Rightarrow\ F_{roz} = P = 22{,}2\ \text{N}$

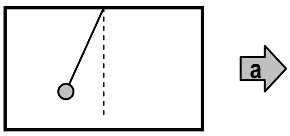
Finalmente: $\vec{F}_{BP} = F_{roz}\,\vec{u}_t + F_N\,\vec{u}_N = -22{,}2\,\vec{u}_t + 53{,}4\,\vec{u}_N$

A29 Un péndulo está colgado del techo de un coche. El coche arranca con una aceleración constante de 1,2 m/s² durante 2 minutos.

a) Haz un diagrama de las fuerzas que actúan sobre la masa del péndulo e indica la dirección y el sentido de la resultante.

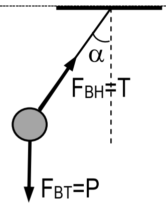
b) Calcula el ángulo que forma el hilo del péndulo con la vertical.

c) Determina la distancia que ha recorrido el coche durante los 2 minutos y su velocidad final.



Solución

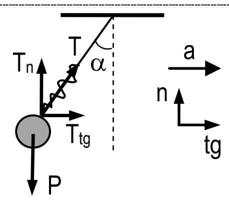
a)



F_{BH} ≡ Fuerza que sobre la bola hace el hilo ≡ T

F_{BT} ≡ Fuerza que sobre la bola hace la Tierra ≡ P

b)



Aplicamos la 2ª ley de la dinámica

$$\vec{F} = m\ \vec{a} \Rightarrow \left.\begin{cases} F_{tg} = m\,a_{tg} & \Rightarrow \quad T_{tg} = m\,a \quad \Rightarrow \quad T\ \operatorname{sen}\alpha = m\,a \\ F_n = m\,a_n & \Rightarrow \quad T_n - P = 0 \quad \Rightarrow \quad T\ \cos\alpha - m\,g = 0 \end{cases}\right\} \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{a}{g} \Rightarrow$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1{,}2}{10} = 0{,}12 \quad \Rightarrow \quad \alpha = \operatorname{arc\,tg}\ 0{,}12 = 6{,}84^{\circ}$$

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

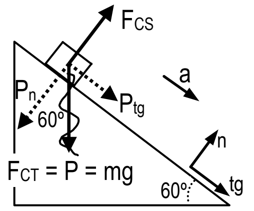
c) El tren realiza un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (descripción escalar)
El espacio recorrido y la velocidad alcanzada a los 2 min (120 s) serán:

$$s_{120} = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_{tg} t^2 = 0 + 0 \cdot 120 + \frac{1}{2} \cdot 1{,}2 \cdot 120^2 = 8640 \text{ m} \qquad v_{120} = v_0 + a_{tg} t = 0 + 1{,}2 \cdot 120 = 144 \text{ m/s}$$

A30 Un cuerpo de 15 kg se deja caer por un plano inclinado 60º respecto a la horizontal. Calcula la aceleración que adquiere si:
a) No hay rozamiento.
b) μ_C = 0,50

Solución

a)

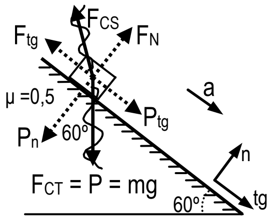


P_N = P cos 60 = 75 N ; P_{tg} = P sen 60 = 129,9 N

De la ecuación fundamental de la dinámica del punto:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow P_{tg} = m\, a_{tg} \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_{CS} - P_N = 0 \end{cases} \Rightarrow 129{,}9 = 15 \cdot a_{tg} \Rightarrow a_{tg} = 8{,}7 \text{m/s}^2$$

b)



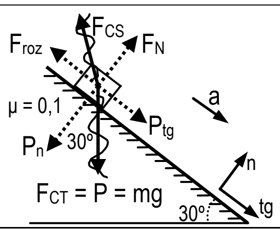
De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y de la expresión empírica de la fuerza de rozamiento:

$$\left.\begin{array}{l} \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow P_{tg} - F_{tg} = m a_{tg} \Rightarrow 129{,}9 - F_{tg} = 15 \cdot a_{tg} \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow P_N - F_N = 0 \Rightarrow 75 - F_N = 0 \end{cases} \\ F_{roz} = \mu F_N \Rightarrow F_{roz} = 0{,}5\, F_N \end{array}\right\} \Rightarrow a_{tg} = 6{,}2 \text{ m/s}^2$$

A31 Se abandona un cuerpo de 3,0 kg en lo alto de una superficie rugosa, inclinada 30º respecto de la horizontal, y de 4,0 metros de longitud. Se supone un coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y la superficie valor μ = 0,10. Se pide:
a) Especificar las fuerzas que se ejercen sobre el cuerpo
b) La aceleración del cuerpo.
c) El tiempo que tarda el cuerpo en llegar a la base del plano.

Solución

a)



F_{CS} ≡ Fuerza que sobre el cuerpo ejerce el suelo
F_{CT} = P_C ≡ Fuerza que sobre el cuerpo ejerce la Tierra suelo o peso del cuerpo
P_{tg} = P sen 30 = 3·10·sen 30 = 15 N P_N = P cos 30 = 3·10·cos 30 = 25 N

b) De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y de la expresión empírica de la fuerza de rozamiento:

$$\left.\begin{array}{l} \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow P_{tg} - F_{tg} = m a_{tg} \Rightarrow 15 - F_{tg} = 3 \cdot a_{tg} \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow P_N - F_N = 0 \Rightarrow 25 - F_N = 0 \end{cases} \\ F_{roz} = \mu F_N \Rightarrow F_{roz} = 0{,}1 F_N \end{array}\right\} \Rightarrow a_{tg} = 4{,}2 \text{ m/s}^2$$

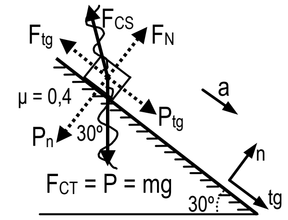
c) El cuerpo describe un MRUA (descripción escalar). Eligiendo el origen de longitudes en el lugar donde se abandona el cuerpo, y ese instante como origen de tiempos, entonces:

$$s_t = s_0 + v_0\, t + 1/2\ a_{tg}\, t^2 \Rightarrow 4 = 0 + 0 \cdot t + 1/2 \cdot 4{,}2 \cdot t^2 \Rightarrow t = 1{,}4 \text{ s}$$

A32 Un cuerpo se desliza resbalando libremente por un plano inclinado 30 º respecto a la horizontal. Suponiendo que el coeficiente de rozamiento sea 0,40, calcular la aceleración de caída.
Dato: g = 9,8 m/s².

Solución

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS



P_{tg} = P sen 30 = m g sen 30
P_N = P cos 30 = m g cos 30

De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y de la expresión empírica de la fuerza de rozamiento:

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \left.\begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow P_{tg} - F_{tg} = m a_{tg} \Rightarrow m g \ \text{sen}\,\alpha - F_{tg} = m\, a_{tg} \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow P_N - F_N = 0 \Rightarrow m g \cos\alpha - F_N = 0 \end{cases} \right\} \Rightarrow$$

$$F_{roz} = \mu F_N$$

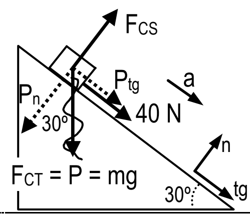
$$\Rightarrow \cancel{m} g \ \text{sen}\,\alpha - \mu \cancel{m} g \cos\alpha = \cancel{m} a_{tg} \;\Rightarrow\; a_{tg} = g(\text{sen}\,\alpha - \mu\cos\alpha) \;\Rightarrow$$

$$a_{tg} = 9{,}8\,(\text{sen}\,30 - 0{,}1\ \cos 30) = 1{,}5\ \text{m/s}^2$$

A33 Sobre un plano inclinado 30° sobre el horizonte hay un cuerpo de 40 kg. Paralela al plano inclinado y hacia abajo, se le aplica una fuerza de 40 N. Se desprecia el rozamiento.
a) Explicita con claridad las fuerzas que se ejercen sobre el cuerpo.
b) Determina el valor de la fuerza que sobre el cuerpo ejerce el plano.
c) Determina la aceleración con que se mueve el cuerpo.
d) Velocidad del cuerpo a los 10 s de iniciarse el movimiento.

Solución

a)



c,b) P = m g = 40·10 = 400 N ; P_N = 400 ·cos 30 = 346,4 N ; P_{tg} = 400 · sen 30 = 200 N

De la ecuación fundamental de la dinámica del punto:

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow P_{tg} + F = m\, a_{tg} \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_{CP} - P_N = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} 200 + 40 = 40 \cdot a_{tg} \Rightarrow a_{tg} = 6{,}0\ \text{m/s}^2 \\ F_{CP} - 346{,}4 = 0 \Rightarrow F_{CP} = 346{,}4\ \text{N} \end{matrix}$$

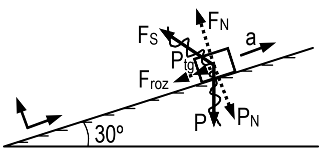
d) El cuerpo describe un MRUA. Elegimos un sistema de referencia espacial tal que s_0 = 0, y un un sistema de referencia temporal tal que t_0 = 0. De las ecuaciones del MRUA:

$$v = v_0 + a_{tg} t = 0 + 6 \cdot 10 = 60\ \text{m/s}$$

A34 A lo largo de un plano inclinado 30º sobre la horizontal se lanza hacia arriba un bloque de 5,25 kg con una velocidad de 10,4 m/s. El coeficiente de rozamiento cinético del bloque con el plano es μ_C = 0,481. Calcula:
a) La aceleración del bloque.
b) El tiempo que tarda en detenerse.
c) La distancia que recorre hasta pararse. Tómese g = 9,81 m/s²

Solución

a)



De la ecuación fundamental de la dinámica:

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \left.\begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow -P_{tg} - F_{roz} = m\,a \quad (1) \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_N - P_N = 0 \quad (2) \\ F_{roz} = \mu F_N \quad (3) \end{cases}\right\} \Rightarrow$$

$$P_N = P\cos 30 = 5{,}25 \cdot 9{,}81 \cdot \cos 30 = 44{,}6\ \text{N}$$
$$P_{tg} = P\,\text{sen}\,30 = 5{,}25 \cdot 9{,}81 \cdot \text{sen}\,30 = 25{,}8\ \text{N}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{de (2)}: \quad F_N = P_N = 44{,}6\ \text{N} \\ \text{de (3)}: \quad F_{roz} = 0{,}481 \cdot 44{,}6 = 21{,}5\ \text{N} \\ \text{de (1)}: \quad -25{,}8 - 21{,}5 = 5{,}25a \Rightarrow a = -9{,}00\ \text{m/s}^2 \end{cases}$$

b) El bloque describe un MRUA.

$$v_t = v_0 + a_{tg}\, t \;\Rightarrow\; 0 = 10{,}4 + (-9{,}00)\ t \;\Rightarrow\; t = 1{,}16\ \text{s}$$

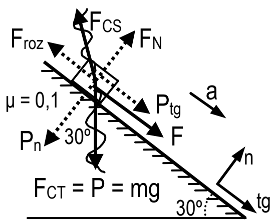
c)

$$v_t^2 = v_0^2 + 2\,a_{tg}\, e \;\Rightarrow\; 0 = 10{,}4^2 + 2 \cdot (-9{,}00)\ e \;\Rightarrow\; e = 6{,}00\ \text{m}$$

A35 Sobre un plano inclinado 30º con la horizontal se encuentra un cuerpo que pesa 20 N. Paralela al plano y hacia abajo se aplica una fuerza de 20 N. Si el coeficiente de rozamiento es 0,10, determinar:
a) El valor de la fuerza de rozamiento.
b) La aceleración con qué se mueve el cuerpo.
c) Valor de la velocidad del cuerpo cuando lleve cayendo 10 minutos. Dato: g = 9,8 m/s².

Solución

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS



P_{tg} = P sen 30 = 20 sen 30 = 10 N

P_N = P cos 30 = 20 cos 30 = 17,4 N

P = m g ⇒ m = P/g =20/9,8 = 2,04 kg

De la ecuación fundamental de la dinámica del punto:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow P_{tg} + F - F_{roz} = m\,a_{tg} \Rightarrow 10 + 20 - F_{roz} = m\,a_{tg} \quad (1) \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow P_N - F_N = 0 \Rightarrow 17{,}4 - F_N = 0 \Rightarrow F_N = 17{,}4\ \text{N} \end{cases}$$

a) De la expresión empírica de la fuerza de rozamiento:

$$F_{roz} = \mu F_N = 0{,}1 \cdot 17{,}4 = 1{,}74\ \text{N}$$

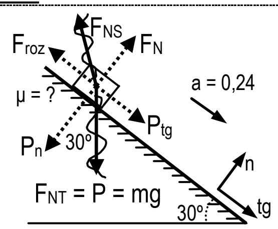
b) De (1): $10 + 20 - F_{roz} = m\,a_{tg} \Rightarrow 30 - 1{,}74 = 2{,}04 \cdot a_{tg} \Rightarrow a_{tg} = 13{,}9\ \text{m/s}^2$

c) Se trata de un MRUA (descripción escalar). Eligiendo el origen de longitudes en el lugar donde se comienza a aplicar la fuerza, y ese instante como origen de tiempos, entonces:

$$v_t = v_0 + 13{,}9\ t \Rightarrow v_{10\,min} = 0 + 13{,}9 \cdot 600 = 8340\ \text{m/s}$$

A36 ¿Cuál debe ser el coeficiente de rozamiento dinámico entre un niño y la superficie de un tobogán de 30° de inclinación, para que la aceleración de caída del niño sea de 0,24 $m \cdot s^{-2}$?

Solución



P_{tg} = P sen 30 = m g sen 30

P_N = P cos 30 = m g cos 30

De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y de la expresión empírica de la fuerza de rozamiento:

$$\left.\begin{array}{l} \vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow P_{tg} - F_{roz} = m a_{tg} \Rightarrow m\,g\ \text{sen}\,\alpha - F_{roz} = m\,a_{tg} \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow P_N - F_N = 0 \Rightarrow m\,g\ \cos\alpha - F_N = 0 \end{cases} \\ F_{roz} = \mu F_N \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{m}g\ \text{sen}\,\alpha - \mu \cancel{m}g\ \cos\alpha = \cancel{m}a_{tg} \Rightarrow \mu = (g\,\text{sen}\,\alpha - a_{tg}) / (g\cos\alpha) \Rightarrow$$

$$\mu = (9{,}8\ \text{sen}\,30 - 0{,}24) / (9{,}8 \cdot \cos 30) = 0{,}55$$

FUERZA ELÁSTICA

A37 Un bloque de hierro ha sido lanzado por una superficie horizontal contra un muelle elástico. Al chocar, el bloque no se para inmediatamente sino que sigue moviéndose durante un tiempo y mientras eso ocurra empujará al muelle:

a) Cada vez con más fuerza b) Siempre con la misma fuerza c) Cada vez con menos fuerza

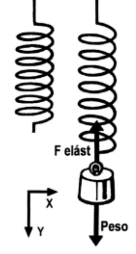
Solución

La solución es la opción a).

$$\left.\begin{array}{l} \text{Fuerza elástica del muelle}: \ |F_{BM}| = k\,|x| \\ 3^{\text{o}}\ \text{Principio}: \ |F_{BM}| = |F_{MB}| \end{array}\right\} \Rightarrow \ \text{si}\ |x|\uparrow \Rightarrow |F_{BM}|\uparrow \Rightarrow |F_{MB}|\uparrow$$

A38 Un muelle de masa despreciable, suspendido de su extremo superior, mide 11,5 cm. Al colgar una masa de 300 g en el extremo libre, el muelle se estira hasta una posición de equilibrio en la cual su nueva longitud es de 23,5 cm.
Calcula la constante elástica del muelle a partir de la deformación descrita.

Solución



Para la masa que cuelga, en la posición de equilibrio, se verifica que:

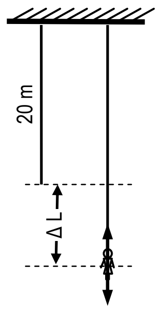
$$\vec{P} + \vec{F}_{elást} = 0$$

Luego:

$$P - F_{elást} = 0 \Rightarrow m\,g - k\,\Delta L = 0 \Rightarrow 0{,}300 \cdot 10 - k \cdot 0{,}12 = 0 \Rightarrow k = 25\ \text{N/m}$$

A39 Una persona de 71,5 kg de masa se dispone a hacer puenting con una cuerda de constante elástica 100 N/m y cuya longitud es L = 20 m. Calcula la longitud de la cuerda cuando la persona se cuelga de ella y queda en una posición de equilibrio.

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS



Solución

Para la persona que cuelga, en la posición de equilibrio, actúan dos fuerzas: la de la cuerda y la de la Tierra. Luego, se verifica que:

$$\vec{P} + \vec{F}_{elást} = 0$$

Luego:

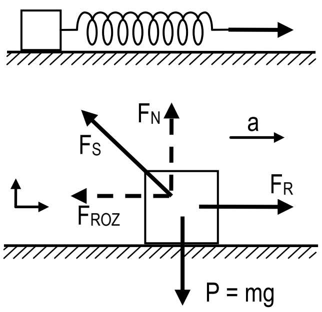
$$P - F_{elást} = 0 \Rightarrow mg - k\,\Delta L = 0 \;\Rightarrow\; 71 \cdot 10 - 100 \cdot \Delta L = 0 \;\Rightarrow\; \Delta L = 7{,}1\,m$$

Y la longitud final de la cuerda será:

$$L_F = L_0 + \Delta L = 20 + 7{,}1 = 27{,}1\,m$$

A40 Una objeto de 2,0 kg está sobre un plano horizontal con un coeficiente de rozamiento dinámico igual a 0,15. La masa está unida a un resorte de constante de elasticidad k = 100 N/m y tiramos del resorte para arrastrarla. Calcular:
a) Lo que se estira el resorte si arrastramos la masa a velocidad constante. (Resultado: $\Delta x = 0{,}03$ m)
b) Lo que se estira el resorte si arrastramos la masa con una aceleración de 2,0 m/s^2. (Resultado: $\Delta x = 0{,}07$ m)

Solución



a) Sobre el objeto se ejercen la fuerza del suelo, la fuerza de la Tierra y la fuerza del resorte. Aplicando la 2ª ley de Newton:

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \left\{ \begin{array}{l} \Sigma F_{tg} = m\,a_{tg} \Rightarrow F_R - F_{ROZ} = m\,a_{tg} \Rightarrow k\,\Delta L - F_{roz} = m\,a_{tg} \\ \Sigma F_n = m\;a_n \;\Rightarrow\; F_N - P = 0 \Rightarrow F_N = P = mg \\ F_{roz} = \mu F_N \end{array} \right\} \Rightarrow$$

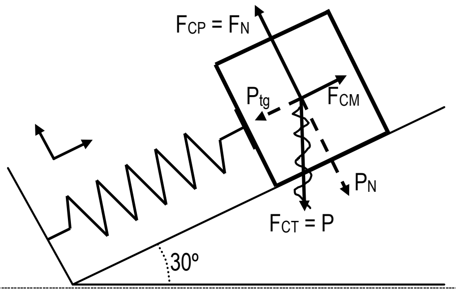
$$\Rightarrow\; k\,\Delta L - \mu m g = m\,a_{tg} \;\Rightarrow\; 100 \cdot \Delta L - 0{,}15 \cdot 2{,}0 \cdot 10 = 0 \Rightarrow \Delta L = 0{,}030\ m$$

b) De manera análoga, pero ahora $a_{tg} = 2 m/s^2$:

$$k\,\Delta L - \mu m g = m\,a_{tg} \;\Rightarrow\; 100 \cdot \Delta L - 0{,}15 \cdot 2{,}0 \cdot 10 = 2{,}0 \cdot 2 \;\Rightarrow\; \Delta L = 0{,}070\ m$$

A41 El cuerpo de la figura tiene una masa de 5 kg. Sabiendo que la constante elástica del resorte vale K = 300 N/m, determina la deformación del muelle en el equilibrio. (Se supone que no hay rozamiento)

Solución



P_{tg} = P cos 30 = 50 cos 30 =43,3 N; P_N = P sen 30 = 50 sen 30 =25,0 N

F_{CM} = K ΔL (es una fuerza elástica)

Aplicando la 2ª ley de Newton:

$$\vec{F} = m\;\vec{a} \;\Rightarrow\; \left\{ \begin{array}{ll} \Sigma F_{tg} = m\;a_{tg} \;\Rightarrow\; F_{CM} - P_{tg} = 0 & (1) \\ \Sigma F_n = m\;a_n \;\Rightarrow\; F_N - P_N = 0 & (2) \end{array} \right. \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad (\text{de } 1) \quad K\,\Delta L = P_{tg} \;\Rightarrow\; 300 \cdot \Delta L = 43{,}3 \;\Rightarrow\; \Delta L = 0{,}14\ m$$

DINÁMICA DEL MOVIMIENTO CIRCULAR

A42 En un libro de texto puede leerse:
«*Según lo explicado en el párrafo anterior, sobre todo cuerpo en movimiento circular aparece una fuerza centrípeta. Pero el tercer principio de la dinámica de Newton afirma que a toda fuerza ejercida sobre un cuerpo (acción) se opone otra fuerza igual y de sentido contrario (reacción). Por este motivo, en todo movimiento circular debe existir una fuerza igual a la fuerza centrípeta y de sentido contrario a ella. Esta fuerza opuesta a la fuerza centrípeta se denomina fuerza centrífuga.*
Toda fuerza centrífuga es la responsable de que todo cuerpo, al tomar una curva, tienda a desplazarse al lado contrario al cual se giró.»
¿Qué concepciones erróneas detectas en el texto?

Solución

En todo MC no aparece una fuerza centrípeta. En todo caso, en el MCU.
El enunciado del tercer principio no está completo. Faltan algunas precisiones, que son las que llevan a los errores que aparecen a continuación
La supuesta fuerza centrífuga, ¿sobre qué cuerpo aparece?, ¿quién la provoca? Si las fuerzas son iguales y opuestas, ¿por qué hay aceleración? ¿Cómo se aplicaría el primer principio? ¿No será mejor justificar el fenómeno con el primer principio?

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

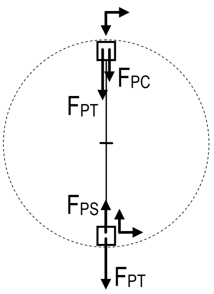
A43 ¿Qué diagrama representa los vectores aceleración, fuerza y velocidad en un movimiento circular uniforme?

Solución

El c). Los vectores fuerza y aceleración coinciden en dirección, normal (perpendicular a la trayectoria) y sentido. En cambio, el vector velocidad es un vector tangente a la trayectoria, por lo que formará 90º con los anteriores.

A44 Una piedra de 1,0 kg está atada al extremo de una cuerda. La piedra describe una trayectoria circular de 1,0 m de radio en un plano vertical. Calcular la tensión de la cuerda en los casos en que la piedra pasa por el punto más bajo y por el punto más alto, en ambos con una velocidad de 6,0 m/s.

Solución



$$\vec{F} = m\,\vec{a} \;\Rightarrow\; \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\,a_{tg} \;\Rightarrow\; a_{tg} = 0 \\ \Sigma F_n = m\,a_n \end{cases}$$

Cuando la piedra pasa por el punto más alto:

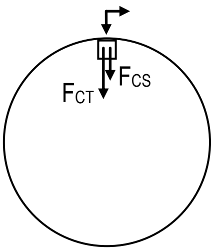
$$F_{PC} + P = m\frac{v^2}{R} \;\Rightarrow F_{PC} = m\frac{v^2}{R} - P = m\frac{v^2}{R} - mg = 1{,}0 \cdot \frac{6{,}0^2}{1{,}0} - 1{,}0 \cdot 10 = 26\,\text{N}$$

Cuando la piedra pasa por el punto más bajo:

$$F_{PC} - P = m\,\frac{v^2}{R} \;\Rightarrow F_{PC} = P + m\frac{v^2}{R} = m\,g + m\frac{v^2}{R} = 1{,}0 \cdot 10 + 1{,}0\,\frac{6{,}0^2}{1{,}0} = 46\,\text{N}$$

A45 Si la masa de un ciclista y la de su máquina es de 80 kg, calcular la velocidad mínima que debe llevar para rizar el «rizo de la muerte» de radio 7,0 m.

Solución



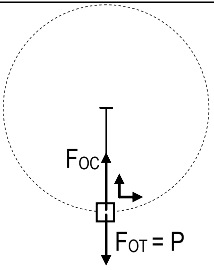
$$\vec{F} = m\,\vec{a} \;\Rightarrow\; \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\,a_{tg} \;\Rightarrow\; a_{tg} = 0 \\ \Sigma F_n = m\,a_n \;\Rightarrow\; F_{CS} + P = m\,v^2/R \end{cases}$$

De la relación anterior se observa que si $F_{CS} \uparrow \;\Rightarrow\; v\uparrow$. Luego, v será mínima cuando $F_{CS} = 0$. Otra manera de mirarlo es que la velocidad mínima será aquella para la que el ciclista comienza a perder contacto con la superficie, se "despega", por lo que $F_{CS} = 0$. Luego:

$$F_N + P = m\frac{v^2}{R} \;\Rightarrow P = m\frac{v^2}{R} \;\Rightarrow\; \cancel{m}\,g = \cancel{m}\frac{v^2}{R} \;\Rightarrow\; v = \sqrt{g\,R} = \sqrt{10 \cdot 7{,}0} = 8{,}4\text{ m/s}$$

A46 Una cuerda de 50 cm se rompe cuando un objeto de 25 kg sujeto a ella gira a 75 rpm al pasar por el punto más bajo de su trayectoria circular. Calcula la tensión máxima que soporta la cuerda.

Solución



75 rpm = 5π/2 rad/s

El objeto está sometido a las fuerzas de la Tierra y de la cuerda. Describe un movimiento circular. De la 2º ley de Newton, cuando el cuerpo pasa por el punto más bajo:

$$\Sigma F_{tg} = m\,a_{tg} \;\Rightarrow\; a_{tg} = 0$$

$$\Sigma F_n = m\,a_n \;\Rightarrow\; F_{OC} - P = m\frac{v^2}{R} \;\Rightarrow F_{OC} = P + m\,\omega^2\,R = 250 + 25 \cdot \left(\frac{5}{2}\pi\right)^2 \cdot 0{,}50 = 1030\,\text{N}$$

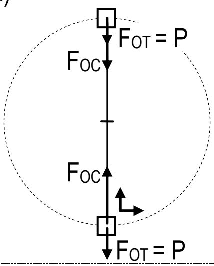
A47 Una cuerda de 50 cm que posee un objeto de 0,25 kg atado en su extremo, gira en un plano vertical. La cuerda se rompe cuando el objeto sujeto a ella gira a 75 rpm al pasar por el punto más bajo de su trayectoria circular.

a) Explicita con claridad las fuerzas que se ejercen sobre el objeto en el punto más alto y más bajo.

b) Calcula la tensión máxima que soporta la cuerda.

Solución

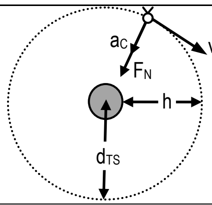
TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

a) 	b) 75 rpm = 5π/2 rad/s El objeto está sometido a las fuerzas de la Tierra y de la cuerda. Describe un movimiento circular. De la 2º ley de Newton, cuando el cuerpo pasa por el punto más bajo: $\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow a_{tg} = 0$ $\Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_{OC} - P = m\dfrac{v^2}{R} \Rightarrow F_{OC} = P + m\omega^2 R = 2{,}5 + 0{,}25 \cdot \left(\dfrac{5}{2}\pi\right)^2 \cdot 0{,}50 = 33{,}6\ N$

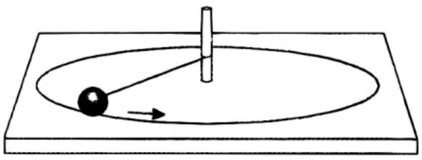
A48 Un satélite órbita a 35000 km de altura sobre la superficie terrestre. Si tarda 24h en dar una vuelta completa a la Tierra, determina:
a) Su velocidad angular en rad/s y rpm.
b) Su velocidad lineal.
c) La aceleración centrípeta (en m/s²) a que está sometido.
d) La fuerza que actúa sobre el satélite, si la masa del mismo es 1000 kg.

Ten en cuenta que el radio terrestre es igual a 6370 km. Realiza un dibujo, señalando la dirección del vector velocidad en cualquier instante, la de la aceleración centrípeta y la de la fuerza normal.

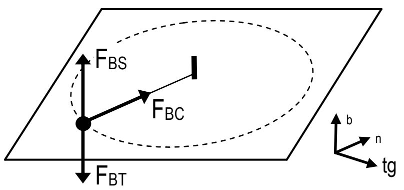
Solución

a) 	El satélite describe un MCU. De la expresión del periodo: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{24 \cdot 3600} = 7{,}3 \cdot 10^{-5}\ rad/s = 7{,}3 \cdot 10^{-5}\ \dfrac{\cancel{rad}}{\cancel{s}} \cdot \dfrac{1rev}{2\pi\ \cancel{rad}} \cdot \dfrac{60\ \cancel{s}}{1min} = 7{,}0 \cdot 10^{-4}\ rpm$
b)	$v = \omega R = 3020\ m/s \qquad v = \omega R = 7{,}3 \cdot 10^{-5} \cdot 4{,}14 \cdot 10^{7} = 3020\ m/s$
c)	$a_n = \dfrac{v^2}{R} = \dfrac{3020^2}{4{,}2 \cdot 10^7} = 0{,}219\ \ m/s^2$
d)	$\vec{F} = F_n\ \vec{u}_n = m a_n \vec{u}_n = 1000 \cdot 0{,}219\ \ \vec{u}_n = 219\ \ \vec{u}_n\ N$

A49 El dibujo representa una bola de 200 gramos que está girando atada a un eje colocado en el centro. Para simplificar el problema supondremos que no hay rozamiento de la bola con la superficie de la mesa que la sostiene. La cuerda mide 30 cm y la bola se mueve con rapidez constante de 6 m/s.
a) Identifica y dibuja las fuerzas que actúan sobre la bola.
b) ¿Qué fuerza hace la cuerda sobre la bola?
c) Si en un momento dado, cuando la bola está en la posición del dibujo, se parte la cuerda, ¿qué dirección tendrá, a partir de ese momento, el movimiento de la bola?



Solución

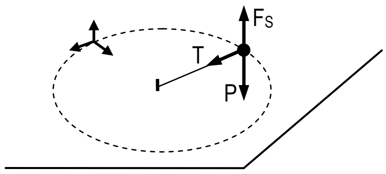
a)		FBC ≡ Fuerza que sobre la bola hace la cuerda FBT ≡ Fuerza que sobre la bola hace la Tierra FBC ≡ Fuerza que sobre la bola hace la superficie
b)	$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow 0 = 0 \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_N = m v^2/R \Rightarrow F_N = 0{,}200 \cdot \dfrac{6^2}{0{,}30} = 24\ N \\ \Sigma F_b = m\ a_b \Rightarrow F_{BS} - F_{BT} = 0 \end{cases}$	
c)	Si se parte la cuerda, a partir de ese momento no se ejercerá ninguna fuerza neta sobre la bola, por lo que ésta describirá un MRU, en la dirección de la tangente a la circunferencia del punto donde se rompe.	

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

A50 Un cuerpo de 500 g gira sobre una superficie horizontal sin rozamiento sujeto por una cuerda de 80 cm de longitud a un clavo.
a) Calcula la fuerza que soporta la cuerda cuando el cuerpo gira a 60 r.p.m.
b) Si la tensión máxima que soporta la cuerda antes de romperse es 20 N, determinar la velocidad máxima de giro.

Solución

a)



60 r.p.m. = 6,3 rad/s

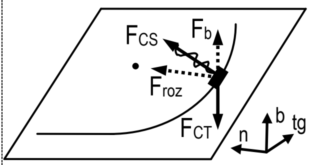
$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow 0 = 0 \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow T = m\omega^2 R \Rightarrow T = 0{,}5 \cdot 6{,}3^2 \cdot 0{,}8 = 15{,}8\ \text{N} \\ \Sigma F_b = 0 \Rightarrow F_S - P = 0 \Rightarrow F_S = 5\text{N} \end{cases}$$

b) De la expresión anterior de la Tensión:

$$T = m\omega^2 R \Rightarrow F20 = 0{,}500\ \omega^2\ 0{,}80 \Rightarrow \omega = 7{,}1\,\text{rad/s} = 67{,}5\ \text{r.p.m.}$$

A51 Una curva de una autopista cuyo radio es 100 m no tiene peralte. Suponiendo que el coeficiente de fricción entre las cubiertas del automóvil y el asfalto seco es de 0,75, entre las cubiertas y el asfalto húmedo es de 0,50, y entre las cubiertas y el hielo es de 0,25, determinar la máxima velocidad con la cual se puede tomar la curva sin que el vehículo experimente desplazamientos laterales en los siguientes casos:
a) En días secos.
b) En días lluviosos.
c) En días en que ha nevado.

Solución



a) De la ecuación fundamental de la dinámica y la expresión empírica de F_{roz}:

$$\Sigma\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow 0 = 0 \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_{roz} = m v^2/R \\ \Sigma F_b = m\ a_b \Rightarrow F_b - F_{CT} = 0 \end{cases}$$

$$F_{roz} = \mu F_B$$

$$F_b = m\,g;\quad F_{roz} = \mu m g$$

$$\Rightarrow \mu \cancel{m} g = \cancel{m}\frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\mu g R}$$

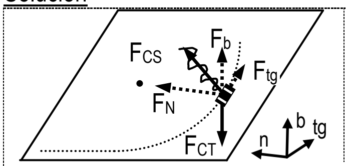
$$v = \sqrt{0{,}75 \cdot 10 \cdot 100} = 27{,}4\ \text{m/s}$$

b) $v = \sqrt{\mu g R} = \sqrt{0{,}5 \cdot 10 \cdot 100} = 22{,}4\ \text{m/s}$

c) $v = \sqrt{\mu g R} = \sqrt{0{,}25 \cdot 10 \cdot 100} = 15{,}8\ \text{m/s}$

A52 Un automóvil de 800 kg toma una curva de 100 m de radio a una velocidad constante de 90 km/h. Si la curva no tiene peralte, ¿cuál debe ser el coeficiente de rozamiento entre las ruedas y el pavimento para que el coche no derrape?

Solución



90 km/h = 25 m/s. Dado que v es constante, a_{tg} = 0.

Sobre el coche actúan dos fuerzas: la que ejerce la Tierra y la que ejerce el suelo. Utilizamos coordenadas intrínsecas espaciales, formados por las direcciones normal, tangente y binormal.

De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y de la expresión empírica para la fuerza normal:

$$\Sigma\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F_{tg} = 0 \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_N = m\ v^2/R \\ \Sigma F_b = m\ a_b \Rightarrow F_B - P = 0 \end{cases} \Rightarrow \mu P = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow \mu \cancel{m} g = \cancel{m}\frac{v^2}{R} \Rightarrow \mu = \frac{v^2}{gR} = \frac{25^2}{10 \cdot 100} = 0{,}63$$

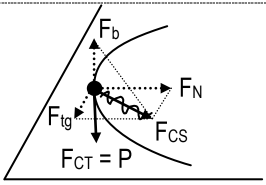
$$F_{roz} = F_N = \mu F_B$$

Nota: La fuerza de rozamiento en este caso debe estar en la dirección de la normal, y debe ser proporcional a la componente perpendicular de la fuerza del suelo (la binormal).

A53 Una pista de carreras de forma circular tiene 1,5 km de radio. Si no tiene peralte y el coeficiente de rozamiento es 0,12, calcular la velocidad máxima a la que se podrá circular.

Solución

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS



Sobre el coche actúan dos fuerzas: la que ejerce la Tierra y la que ejerce el suelo. Utilizamos coordenadas intrínsecas espaciales, formados por las direcciones normal, tangente y binormal. Suponemos, por simplicidad, que el coche va a velocidad constante. Luego $a_{tg} = 0$.

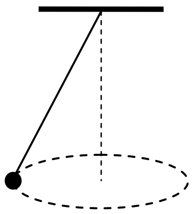
De la ecuación fundamental de la dinámica del punto y de la expresión empírica para la fuerza normal

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \ \Rightarrow \ F_{tg} = 0 \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow F_N = m\ v^2/R \\ \Sigma F_b = m\ a_b \ \Rightarrow \ F_B - P = 0 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \mu P = m\dfrac{v^2}{R} \Rightarrow \mu \cancel{m} g = \cancel{m}\dfrac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\mu g R} \\ v = \sqrt{0{,}12 \cdot 10 \cdot 1500} = 42{,}4 \text{m/s} \end{cases}$$

$$F_{roz} = F_N = \mu F_B$$

PÉNDULO CÓNICO

A54 Un cuerpo de 50 g colgado de un hilo de 1,2 m de longitud describe una circunferencia de 0,50 m de radio con rapidez constante, como indica la figura. Calcular:
a) La tensión del hilo.
b) La velocidad con qué gira.
c) El tiempo que tarda en dar una vuelta.



Solución

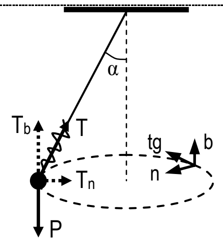
a) Ecuación fundamental de la dinámica:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \ \Rightarrow \ 0 = 0 \quad (1) \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow T_n = m\omega^2 R \quad (2) \\ \Sigma F_b = 0 \ \Rightarrow \ T_b - mg = 0 \quad (3) \end{cases}$$

De (3): $0{,}91T - 0{,}050 \cdot 10 = 0 \ \Rightarrow \ T = 0{,}56\,\text{N}$

b) De (2): $0{,}42 \cdot 0{,}56 = 0{,}050 \cdot \omega^2 \cdot 0{,}5 \ \Rightarrow \ \omega = 3{,}1\,\text{rad/s}$

c) MCU: $T = 2\pi/\omega = 2\pi/3{,}1 = 2{,}0\ \text{s}$



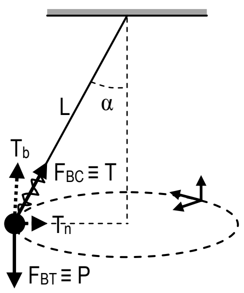
$\alpha = \text{arc sen}\ 0{,}5/1{,}2 = 24{,}6º$

$T_n = T\ \text{sen}\,\alpha = T\ \text{sen}\,24{,}6 = 0{,}42\ T$

$T_b = T\cos\alpha = T\cos 24{,}6 = 0{,}91\ T$

A55 Una bola de masa m = 180 g colgada de un hilo (ver figura) describe círculos en el aire con el módulo de la velocidad constante (péndulo cónico). La longitud del hilo es L = 94,2 cm y forma un ángulo de 30º con la vertical. Calcula:
a) La tensión del hilo.
b) La velocidad de giro.

Solución



Relaciones geométricas:
R = L sen α
T_n = T sen α T_b = T sen α

a) Ecuación fundamental de la dinámica:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \ \Rightarrow \ 0 = 0 \quad (1) \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow T_n = m v^2/R \quad (2) \\ \Sigma F_b = 0 \ \Rightarrow \ T_b - m g = 0 \quad (3) \end{cases}$$

De la relación (3):

$$T\cos\alpha - m g = 0 \ \Rightarrow \ T = \frac{m g}{\cos\alpha} = \frac{0{,}180 \cdot 10}{\cos 30} = 2{,}1\,\text{N}$$

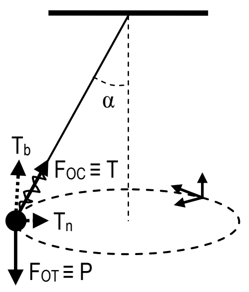
b) De la relación (2)

$$T\,\text{sen}\,\alpha = m\,\frac{v^2}{L\,\text{sen}\,\alpha} \ \Rightarrow \ 2{,}1 \cdot \text{sen}\,30 = 0{,}180 \cdot \frac{v^2}{0{,}942 \cdot \text{sen}\,30} \ \Rightarrow \ v = 1{,}7\ \text{m/s}$$

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

A56 Una objeto cuya masa es de 0,40 kg está atada al extremo de una cuerda de 0,80 m. Si el objeto describe un círculo en el plano horizontal a una velocidad de 80 r.p.m.:
a) ¿Cuál es la fuerza que ejerce la cuerda sobre el objeto?
b) Si la cuerda se rompe cuando la tensión supera 50 N, ¿cuál será la máxima velocidad angular?

Solución



80 r.p.m. = 8,4 rad/s

a)

Ecuación fundamental de la dinámica: $\Sigma\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow 0 = 0 & (1) \\ \Sigma F_n = m\ a_n \Rightarrow T_n = m\,\omega^2 R & (2) \\ \Sigma F_b = 0 \Rightarrow T_b - mg = 0 & (3) \end{cases}$

Relaciones geométricas: $R = L\ \text{sen}\,\alpha$; $T_n = T\ \text{sen}\,\alpha$; $T_b = T\cos\alpha$

De todo ello:

(1) $\Rightarrow\ 0 = m\,a_{tg} \Rightarrow a_{tg} = 0$

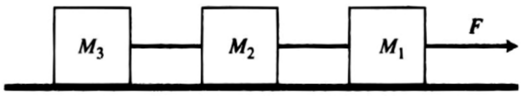
(2) $\Rightarrow T\,\cancel{\text{sen}}\,\alpha = m\,\omega^2 L\,\cancel{\text{sen}}\,\alpha \Rightarrow T = m\,\omega^2 L \Rightarrow T = 0{,}4\cdot 8{,}4^2\cdot 0{,}8 = 22{,}5\ \text{N}$

(3) $\Rightarrow\ T\cos\alpha - mg = 0$

b) De la relación T = m ω L $\Rightarrow 50 = 0{,}4\cdot\omega^2\cdot 0{,}8 \Rightarrow \omega = 12{,}5$ rad/s

CUERPOS ENLAZADOS

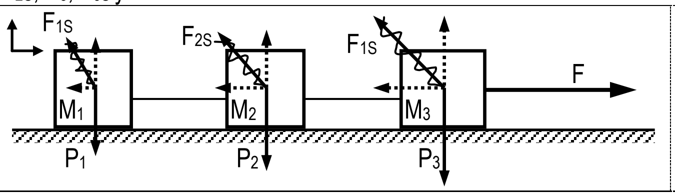
A57 Tres bloques cuyas masas son M_1 = 5,0 kg, M_2 = 10 kg y M_3 = 20 kg, se encuentran unidos por cables de masa despreciable y, gracias a la acción de una fuerza horizontal F = 100 N, el conjunto desliza sobre un plano igualmente horizontal.



Si los tres bloques son del mismo material y el coeficiente de rozamiento con la superficie sobre la que deslizan es μ = 0,2, calcula:
a) La aceleración con que se mueve todo el sistema.
b) La tensión en cada cable.

Solución

a) Se suponen las cuerdas inextensibles y sin masa.
Se considera el sistema formado por los tres bloques y las dos cuerdas. Las fuerzas exteriores al sistema son P_1, F_{1S}, P_2, F_{2S}, P_3, F_{3S} y F.



Del dibujo, es obvio que se cumple que:

$F_{roz1} = \mu F_{N1} = \mu P_1 = \mu m_1\ g = 0{,}20\cdot 5\cdot 10 = 10\ \text{N}$

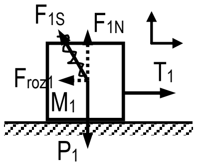
$F_{roz2} = \mu F_{N2} = \mu P_2 = \mu m_2\ g = 0{,}20\cdot 10\cdot 10 = 20\ \text{N}$

$F_{roz3} = \mu F_{N3} = \mu P_3 = \mu m_3\ g = 0{,}20\cdot 20\cdot 10 = 40\ \text{N}$

Para el sistema se tiene:

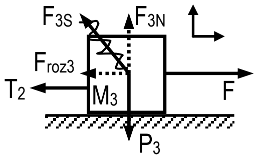
$\Sigma F_{tg}^{ext} = \Sigma m\,a_{tg} \Rightarrow F - F_{roz1} - F_{roz2} - F_{roz3} = (m_1 + m_2 + m_3)\,a \Rightarrow 100 - 10 - 20 - 40 = (5 + 10 + 20)\,a \Rightarrow a = 0{,}86\ \text{m/s}^2$

b)



Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica al cuerpo 1:

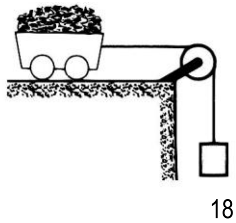
$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} T_1 - F_{roz\,1} = m_1 a \Rightarrow T_1 - 10 = 5\cdot 0{,}86 \Rightarrow T_1 = 14{,}3\ \text{N} \\ F_{N1} - P_1 = 0 \end{cases}$



Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica al cuerpo 3:

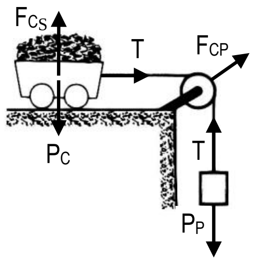
$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} F - T_2 - F_{roz\,3} = m_1 a \Rightarrow 100 - T_2 - 40 = 20\cdot 0{,}86 \Rightarrow T_2 = 44\ \text{N} \\ F_{N3} - P_3 = 0 \end{cases}$

A58 Un carrito de 5,0 kg de masa está sobre un plano horizontal y es arrastrado por un peso de 2,0 kg que cuelga de una polea (ver fig). Calcular:
a) La aceleración de ambos cuerpos,
b) La tensión de la cuerda. (Tómese g = 9'8 m/s²)



TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

Solución



a) Se supone la cuerda inextensible y sin masa. Se supone la polea sin masa. La cuerda desliza por la polea sin rozamiento.

Para el sistema, de los dos bloques y la cuerda:

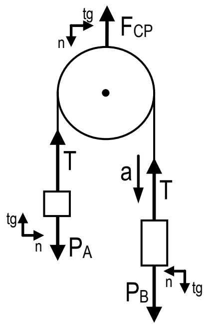
$$\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \;\Rightarrow\; P_P = (m_C + m_P)\,a \;\Rightarrow\; 19{,}6 = (2+5)\,a \;\Rightarrow\; a = 2{,}8\ m/s^2$$

b) Para el peso P que cuelga:

$$P_P - T = m_P\ a_{tg} \;\Rightarrow\; 20 - T = 2\cdot 2{,}8 \;\Rightarrow\; T = 14{,}4\ N$$

A59 Dos cuerpos de 7 y de 4 kg, respectivamente, cuelgan a ambos lados de una cuerda colocada en una polea. Calcular:
a) la aceleración con que subirá uno y bajará el otro;
b) la tensión de la cuerda.

Solución



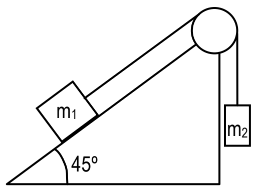
a) Suponemos la cuerda inextensible y sin masa. Se supone la polea sin masa. La cuerda desliza sin rozamiento por la polea. ($T_A = T_B$; $a_A = a_B$)
Para el sistema de los dos cuerpos y la cuerda:

$$\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \;\Rightarrow\; P_B - T + T - P_A = (m_B + m_A)\,a \;\Rightarrow\; 70 - 40 = (7+4)\,a \;\Rightarrow\; a = 2{,}7\ m/s^2$$

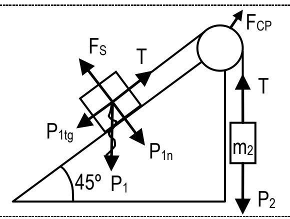
b) Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica al cuerpo de 7 kg:

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; P_B - T = m_B a \;\Rightarrow\; 70 - T = 7\cdot 2{,}7 \;\Rightarrow\; T = 51{,}1\,N$$

A60 Dos cuerpos de masas m_1 = 5,0 kg y m_2 = 10,0 kg están unidos por medio de una cuerda inextensible que pasa por una polea como indica la figura. Calcula:
a) La aceleración del sistema.
b) La tensión de la cuerda.
Notas: La polea y la cuerda se consideran de masa despreciable. No se considera el rozamiento.



Solución



a) Para el sistema, de los dos bloques y la cuerda:

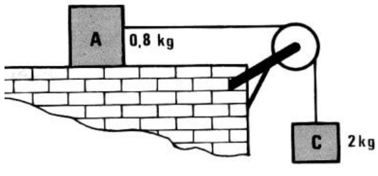
$$\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \;\Rightarrow\; P_2 - P_{1tg} = (m_1 + m_2)\,a \;\Rightarrow\; 100 - 50\ \text{sen}\,45 = (5{,}0 + 10{,}0)\ a \;\Rightarrow$$

$$64{,}6 = 15{,}0\ a \;\Rightarrow\; a = 4{,}31\ m/s^2$$

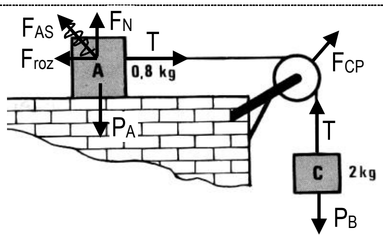
b) Para el cuerpo 2:

$$P_2 - T = m_2\,a \;\Rightarrow\; 100 - T = 10\cdot 4{,}3 \;\Rightarrow\; T = 57\ NP$$

A61 En el sistema de la figura, los bloques A y B se mueven enlazados mediante una cuerda inextensible y sin masa, que pasa por una polea también sin masa. El coeficiente de rozamiento dinámico entre el bloque A y la superficie sobre la que desliza vale 0,10. ¿Cuál será la aceleración del sistema? ¿Y la tensión de la cuerda



Solución



a) Se supone la cuerda inextensible y sin masa. Se supone la polea sin masa. La cuerda desliza sin rozamiento por la polea. ($T_A = T_C$; $a_A = a_C$)
Para el cuerpo A se verifica:

$$\vec{F} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \begin{cases} \Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \;\Rightarrow\; T - F_{roz} = m_A\ a \;\Rightarrow\; T - F_{roz} = 40{,}8\ a \\ \Sigma F_n = m\ a_n = 0 \;\Rightarrow\; F_N - P_A = 0 \;\Rightarrow\; F_N = P_A = 0{,}8\cdot 10 = 8\,N \end{cases}$$

Y de la expresión empírica para la fuerza de rozamiento:

$$F_{roz} = \mu F_N = 0{,}1\cdot 8 = 0{,}8\,N$$

Para el sistema de los dos cuerpos enlazados, se tiene:

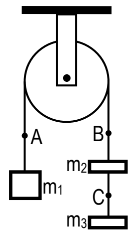
$$\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \;\Rightarrow\; -F_{roz} + P_C = (m_B + m_C)\,a \;\Rightarrow\; -0{,}8 + 20 = (2{,}8)\ a \;\Rightarrow\; a = 6{,}9\ m/s^2$$

TEMA 6: DINÁMICA. EJERCICIOS RESUELTOS

b) Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica al cuerpo C:

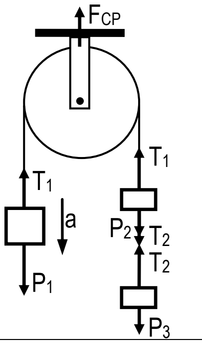
$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad -T + P_C = m_C a \quad \Rightarrow \quad -T + 20 = 2 \cdot 6{,}9 \quad \Rightarrow \quad T = 6{,}3\,N$$

A62 Se dispone de una polea y tres cuerpos de masas m_1 = 3 kg y m_2 = m_3 = 1 kg, dispuestos como indica la figura.
a) Dibuja las fuerzas ejercidas sobre cada cuerpo.
b) Calcula la aceleración de cada uno de los tres cuerpos.
c) Halla las tensiones de las cuerdas en los puntos A, B y C.
Notas: Se desprecian las masas de las cuerdas (inextensibles) y de la polea. No existe rozamiento.
Tomar g = 10 m/s^2.



Solución

a)



b)

Se suponen las cuerdas inextensibles y sin masa. Se supone la polea sin masa. La cuerda desliza sin rozamiento por la polea.

$T_{C1-1} = T_{C1-2} = T_1 \qquad T_{C2-2} = T_{C2-3} = T_2 \qquad a_1 = a_2 = a_3$

Para el sistema de los dos cuerpos enlazados, se tiene:

$$\Sigma F_{tg} = m\ a_{tg} \quad \Rightarrow \quad P_1 - P_2 - P_3 = (m_1 + m_2 + m_3)\,a$$

$$30 - 10 - 10 = (3 + 1 + 1)\,a \quad \Rightarrow \quad a = 2 m/s^2$$

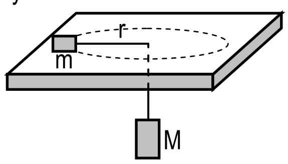
c) Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica al cuerpo 1:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad -T_1 + P_1 = m_1 a \quad \Rightarrow \quad -T_1 + 30 = 3 \cdot 2 \quad \Rightarrow \quad T = 24\,N$$

Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica al cuerpo 3:

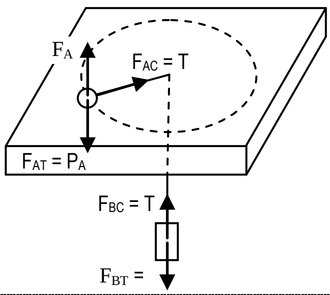
$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad T_2 - P_1 = m_3\,a \quad \Rightarrow \quad T_2 - 10 = 1 \cdot 2 \quad \Rightarrow \quad T_2 = 12\,N$$

A63 Una masa m que está sobre una mesa sin rozamiento está unida a una masa M colgada mediante una cuerda que pasa por un agujero practicado en la mesa. El cuerpo de masa M está en reposo mientras que el cuerpo de masa m describe un movimiento circular uniforme de radio r.
Haz un esquema de las fuerzas que actúan sobre cada cuerpo y especifica las relaciones que hay entre ellas.
Calcula la velocidad v con el que se mueve el cuerpo de masa m.
Indica cuáles son las aceleraciones tangencial y normal del cuerpo de masa m.
Datos: m = 1 kg, M = 4 kg, r = 0,1 m



Solución

a)



b) Aplicando la ecuación fundamental de la dinámica al cuerpo B:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow F_{BT} - F_{BC} = 0 \Rightarrow F_{BC} = F_{BT} = M g = 4 \cdot 10 = 40\,N$$

Aplicando la ecuación fundamental de la dinámica al cuerpo A:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \begin{cases} F_{tg} = m\ a_{tg} \Rightarrow \quad 0 = 0 \\ F_n = m\ a_n \Rightarrow \ F_{AC} = m v^2/R \Rightarrow \ 40 = 1 \cdot v^2/0{,}1 \Rightarrow v = 2\,m/s \\ F_b = 0 \Rightarrow \ F_{AM} - F_{BT} = 0 \Rightarrow \ F_{AT} = 10\,N \end{cases}$$

c)

$$a_{tg} = \frac{d\,v}{dt} = 0 \ \text{ pues v es constante} \qquad\qquad a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{2^2}{0{,}1} = 40\ m/s^2$$