EJERCICIOS DE DINÁMICA RESUELTOS

1. Dada una cuerda capaz de soportar una fuerza máxima de 200 N, ¿cuál será la aceleración máxima que se podrá comunicar con ella a una masa de 10 kg cuando se encuentra sobre un plano horizontal sin rozamiento?
Sol: a) 20 m/s^2

2. En un plano horizontal liso sin rozamiento descansa un bloque de 6 kg. Calcula la aceleración del cuerpo cuando actúa sobre él una fuerza de 10 N, cuya dirección forma un ángulo con la horizontal de 30º.
Sol: 1,44 m/s^2

3. Se aplica una fuerza horizontal de 30 N sobre un cuerpo de 3 kg de masa que está inicialmente en reposo en un plano horizontal sin rozamiento. Después de recorrer 20 metros, el cuerpo entra en un tramo en el que el coeficiente de rozamiento es 0,3 y, 5 segundos después de entrar en ese tramo, la fuerza inicial de 30 N deja de actuar. Calcula:

   a) La aceleración en cada uno de los tramos.
   b) El espacio total recorrido hasta que el cuerpo se para.

Sol: a) a_1=10 m/s^2; a_2=7,06 m/s^2; a_3=-2,94 m/s^2 b) 728,33 m

4. Un cuerpo de masa 100 kg que se mueve a una velocidad de 30 m/s se para después de recorrer 80 m en un plano horizontal con rozamiento. Calcula el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano.
Sol: a) μ=0,57

5. Halla el tiempo que ha actuado una fuerza de 120 N sobre un cuerpo de 20 kg de masa si el cuerpo que inicialmente estaba en reposo se mueve ahora a una velocidad de 10 m/s y sabemos que el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es μ=0,3. ¿Qué fuerza deberíamos haber aplicado si hubiéramos querido llegar a la misma velocidad pero en la mitad de tiempo?
Sol: a) 3,3 segundos b) 181,2 N

6. Un cuerpo de masa 30 kg se mueve en un instante dado a una velocidad de 4 m/s por un plano horizontal en el que el coeficiente de rozamiento es μ =0,2. Calcula la fuerza F que debemos aplicar en contra del movimiento si queremos que se pare 2 metros más allá, y el tiempo que tarda en pararse. Si una vez parado aplicamos la misma fuerza F pero ahora a favor del movimiento, ¿cuánto espacio recorrerá antes de recuperar la velocidad inicial de 4 m/s?
Sol: a) 61,2 N b) 100 m

7.- Una bala de 50 g y velocidad 200 m/s penetra 10 cm en una pared. Suponiendo una deceleración uniforme, hallar:

   a) El tiempo que tarda en penetrar la pared.
   b) La fuerza constante que le opone la pared.

Sol: a) 10^{-3} s; b) 10^4 N.

8.- Un coche de 500 kg, que se mueve con velocidad constante de 120 km/h, entra en una curva circular de 80 m de radio.

   a) ¿Qué tipo de aceleración lleva?
   b) ¿Qué fuerza habrá que ejercer sobre el coche para que no se salga de la curva?
   c) ¿Quién ejerce esta fuerza sobre el coche?

Sol: a) Centrípeta; b) 6931 N; c) El suelo mediante la fuerza de rozamiento.

9. Un cohete de masa 8000 kg se eleva desde el suelo recorriendo una distancia de 500 metros en 10 segundos con movimiento acelerado.
a) ¿cuál es la fuerza producida por los motores?
b) ¿cuánto tarda en caer a la superficie si en ese instante los motores sufren una avería y se paran?
Sol: a) 158400 N b) 24,56 s desde que se paran los motores

10.- Un ascensor de 2000 kg de masa sube con una aceleración de 1 m/s^2. ¿Cuál es la tensión del cable que lo sujeta?
Sol: 21600 N

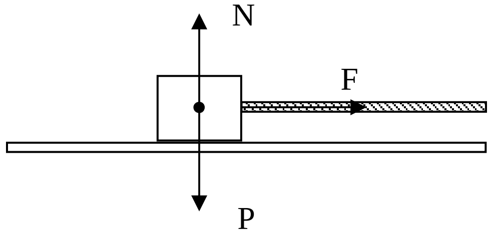
11.- Un vehículo de 800 kg asciende por una pendiente que forma un ángulo de 15º con la horizontal, recorriendo 32 m sobre el plano en 5 s. Suponiendo despreciable el rozamiento, calcular la aceleración del vehículo y la fuerza que ejerce el motor.
Sol: 2.56 m/s^2 y 4077 N

12.- Se quiere subir un cuerpo de 200 kg por un plano inclinado 30º con la horizontal. Si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es 0.5, calcular:

   a) El valor de la fuerza de rozamiento.
   b) La fuerza que debería aplicarse al cuerpo para que ascendiera por el plano a velocidad constante.

Sol: a) 848.7 N; b) 1828.7 N

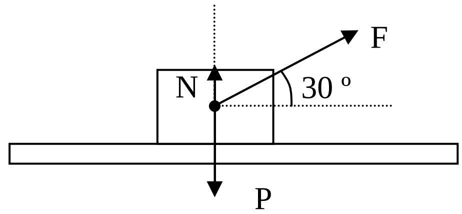
1.-



En ausencia de rozamiento, la tensión de la cuerda es la fuerza que arrastra al objeto. Esta fuerza debe valer, como máximo, 200 N. Aplicando el principio fundamental de la dinámica: F = m · a, podemos calcular la aceleración:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{200\ N}{10\ kg} = 20\ m/s^2$$

2.-



Las fuerzas que se ejercen sobre el objeto son su peso, la reacción normal del plano y la fuerza que hacemos nosotros. Las fuerzas en el eje vertical son F_y, P y N.

F_y = F · sen 30º = 10 N · sen 30º = 5 N

P = m · g = 6 kg · 9.8 m/s^2 = 58.8 N

N = P – F_y = 53.8 N

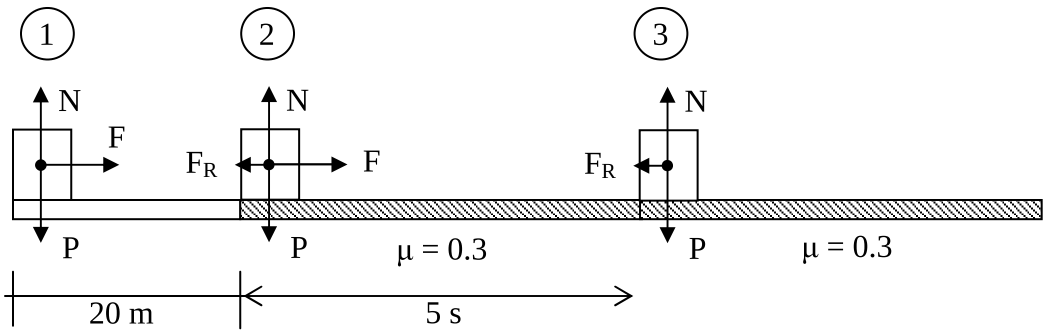
La fuerza horizontal puede calcularse descomponiendo la fuerza F:

F_x = F · cos 30º = 10 N · cos 30º = 8.66 N

Aplicando el principio fundamental de la dinámica: F = m · a, podemos calcular la aceleración:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{8.66\ N}{6\ kg} = 1.44\ m/s^2$$

3.-



a) La aceleración se puede calcular en cada una de las situaciones aplicando el principio fundamental de la dinámica, para lo que tenemos que saber la fuerza total que se ejerce sobre el cuerpo en cada caso.

En el primer tramo, la fuerza total es F, ya que el peso y la normal se anulan entre sí. La aceleración es:

$$a_1 = \frac{F}{m} = \frac{30\ N}{3\ kg} = 10\ m/s^2$$

En el segundo tramo, la fuerza total es F-F_R, por lo que hay que calcular la fuerza de rozamiento:

F_R = μ · N = μ · P = μ · m · g = 0.3 · 3 kg · 9.8 m/s^2 = 8.82 N

F_T = F - F_R = 30 N – 8.82 N = 21.18 N

$$a_2 = \frac{F}{m} = \frac{21.18\ N}{3\ kg} = 7.06\ m/s^2$$

En el tercer tramo, la única fuerza resultante es la fuerza de rozamiento, calculada en el tramo 2:

F_T = F_R = – 8.82 N

$$a_3 = \frac{F}{m} = \frac{-8.82\ N}{3\ kg} = -2.94\ m/s^2$$

El signo negativo en esta última aceleración se debe a que la fuerza de rozamiento se opone al movimiento, es decir, frena al objeto.

b) En el primer tramo el objeto recorre 20 m, y llega al final de él con una velocidad:

$$v = v_i + a \cdot t$$

$$s = s_i + v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$v = 10\ m/s^2 \cdot t \qquad t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20\ m}{10\ m/s^2}} = 2\ s$$
$$20\ m = \frac{10\ m/s^2 \cdot t^2}{2} \qquad v = 10\ m/s^2 \cdot 2\ s = 20\ m/s$$

En el segundo tramo está 5 segundos, en los que recorre:

$$s = v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \qquad s_2 = 20\ m/s \cdot 5\ s + \frac{7.06\ m/s^2 \cdot 25\ s^2}{2} = 188.25\ m$$

La velocidad con la que llega al tercer tramo:

$$v = v_i + a \cdot t \qquad v = 20\ m/s + 7.06\ m/s^2 \cdot 5\ s = 55.3\ m/s$$

En el tercer tramo, la velocidad disminuye hasta hacerse cero:

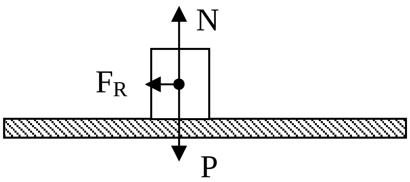
$$0\ m/s = 55.3\ m/s - 2.94\ m/s^2 \cdot t \qquad t = \frac{55.3\ m/s}{2.94\ m/s^2} = 18.8\ s$$

En este tiempo, el objeto recorre:

$$s = v_i \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2} \qquad s_3 = 55.3\ m/s \cdot 18.8\ s - \frac{2.94\ m/s^2 \cdot 353.4\ s^2}{2} = 520.08\ m$$

El espacio total recorrido es $s_1+s_2+s_3$, es decir, 728.33 m.

4.-



La única fuerza que frena al objeto es la fuerza de rozamiento: $F_R = \mu \cdot N$. La normal es igual al peso del objeto: $N = P = m \cdot g = 100\ kg \cdot 9.8\ m/s^2 = 980\ N$. Para aplicar el segundo principio de la dinámica necesitamos calcular el valor de la aceleración que experimenta el objeto.

El movimiento es uniformemente acelerado:

$$v = v_i + a \cdot t$$
$$s = s_i + v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Sustituyendo los datos del enunciado tenemos un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas: la aceleración y el tiempo que tarda en pararse el objeto:

$$\left.\begin{array}{l} 0\ m/s = 30\ m/s + a \cdot t \\ 80\ m = 30\ m/s \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \end{array}\right\}$$

Despejamos el tiempo en la primera ecuación y lo sustituimos en la segunda:

$$t = \frac{-30\ m/s}{a} \quad \Rightarrow \quad 80\ m = 30\ m/s \cdot \frac{-30\ m/s}{a} + \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{-30\ m/s}{a}\right)^2$$

$$80\ m = \frac{-900\ m^2/s^2}{a} + \frac{450\ m^2/s^2}{a} = \frac{-450\ m^2/s^2}{a}$$

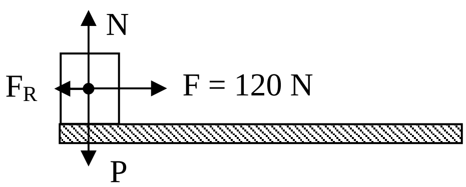
$$a = \frac{-450\ m^2/s^2}{80\ m} = -5.625\ m/s^2$$

Una vez obtenida la aceleración, aplicando el segundo principio de la dinámica:

$$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = m \cdot a$$

$$\mu = \frac{a}{g} = \frac{-5.625\ m/s^2}{-9.8\ m/s^2} = 0.57$$

5.-



La fuerza total que acelera al cuerpo es $F - F_R$. Además, la fuerza de rozamiento es $F_R = \mu \cdot N$ y la fuerza normal $N = P$, con lo que:

$$F_T = 120\ N - 0.3 \cdot 20\ kg \cdot 9.8\ m/s^2 = 61.2\ N$$

Esta fuerza, según el segundo principio de la dinámica, es el producto de la masa del objeto por su aceleración, por lo que la aceleración vale:

$$a = \frac{F_T}{m} = \frac{61.2\ N}{20\ kg} = 3.06\ m/s^2$$

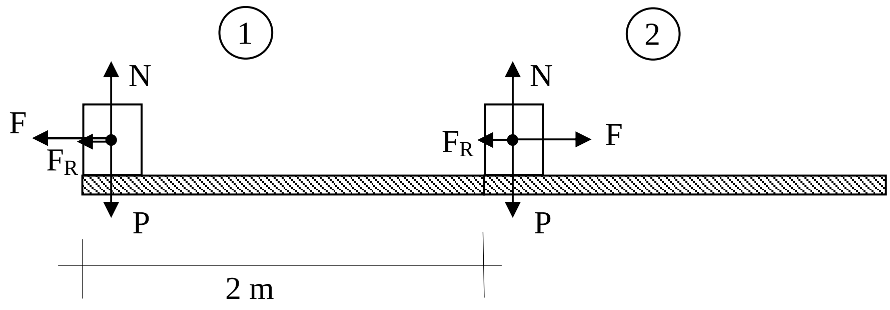
Como el objeto realiza un MRUA, el tiempo que tarda en alcanzar los 10 m/s partiendo desde el reposo se puede calcular:

$$v = v_i + a \cdot t$$
$$10\ m/s = 3.06\ m/s^2 \cdot t$$
$$t = \frac{10\ m/s}{3.06\ m/s^2} = 3.3\ s$$

Para tardar la mitad de tiempo, la aceleración debería ser el doble, y también la fuerza total ($F_T = 122.4$ N). Como sabemos que $F_T = F - F_R$, la fuerza aplicada deberá ser $F = F_T + F_R = 122.4\ N + 0.3 \cdot 20\ kg \cdot 9.8\ m/s^2$.

$$F = 181.2\ N$$

6.-



En la primera situación, queremos que el cuerpo se pare al recorrer 2 m partiendo de una velocidad inicial de 4 m/s. Con estos datos, podemos calcular cuánto vale la aceleración que experimenta el objeto:

$$v = v_i + a \cdot t$$
$$s = s_i + v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$
$$\left.\begin{array}{l} 0\ m/s = 4\ m/s + a \cdot t \\ 2\ m = 4\ m/s \cdot t + \dfrac{a \cdot t^2}{2} \end{array}\right\}$$

Despejando el tiempo en la primera ecuación y sustituyendo en la segunda:

$$t = \frac{-4\ m/s}{a} \quad \Rightarrow \quad 2\ m = 4\ m/s \cdot \frac{-4\ m/s}{a} + \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{-4\ m/s}{a}\right)^2$$
$$2\ m = \frac{-16\ m^2/s^2}{a} + \frac{8\ m^2/s^2}{a} = \frac{-8\ m^2/s^2}{a}$$
$$a = \frac{-8\ m^2/s^2}{2\ m} = -4\ m/s^2$$

Esta aceleración negativa está causada por la fuerza total que se ejerce sobre el objeto: $F_T = F + F_R$. La fuerza total, por el segundo principio de la dinámica, vale $F_T = m \cdot a = 30\ kg \cdot 4\ m/s^2 = -120$ N. Sabiendo que la fuerza de rozamiento vale $F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = 0.2 \cdot 30\ kg \cdot 9.8\ m/s^2 = -58.8$ N, podemos calcular la fuerza F, que vale $F = F_T - F_R = -120\ N + 58.8\ N = -61.2$ N.

En la segunda situación, la fuerza total que actúa sobre el cuerpo es $F_T = F - F_R = 61.2\ N - 58.8\ N = 2.4$ N. Aplicando el segundo principio de la dinámica calculamos la aceleración:

$$a = \frac{F_T}{m} = \frac{2.4\ N}{30\ kg} = 0.08\ m/s^2$$

Como el movimiento es uniformemente acelerado:

$$v = v_i + a \cdot t$$
$$s = s_i + v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$4\ m/s = 0.08\ m/s^2 \cdot t \qquad \Rightarrow \qquad t = \frac{4\ m/s}{0.08\ m/s^2} = 50\ s$$

$$s = \frac{0.08\ m/s^2 \cdot (50\ s)^2}{2} = 100\ m$$

7.- Si suponemos una deceleración uniforme, el movimiento es un MRUA, con las ecuaciones:

$$v = v_i + a \cdot t$$

$$s = s_i + v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Sabiendo que la velocidad inicial vale 200 m/s, la final es cero y el espacio recorrido son 0.1 m, obtenemos las ecuaciones:

$$\left.\begin{array}{r} 0\ m/s = 200\ m/s - a \cdot t \\ 0.1\ m = 200\ m/s \cdot t - \dfrac{a \cdot t^2}{2} \end{array}\right\}$$

Podemos resolver el sistema despejando en la primera ecuación la aceleración y sustituyendo en la segunda:

$$a = \frac{200\ m/s}{t} \qquad \Rightarrow \qquad 0.1\ m = 200\ m/s \cdot t - \frac{\left(\frac{200\ m/s}{t}\right) \cdot t^2}{2}$$

$$0.1\ m = 200\ m/s \cdot t - \frac{200\ m/s \cdot t}{2} = 200\ m/s \cdot t - 100\ m/s \cdot t = 100\ m/s \cdot t$$

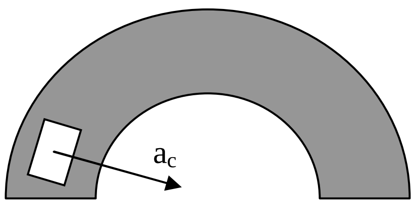
$$t = \frac{0.1\ m}{100\ m/s} = 10^{-3}\ s \qquad\qquad a = \frac{200\ m/s}{10^{-3}\ s} = 2 \cdot 10^5\ m/s^2$$

Aplicando el principio fundamental de la dinámica podemos calcular la fuerza que ejerce la pared sobre la bala:

$$F = m \cdot a = 0.05\ kg \cdot 2 \cdot 10^5\ m/s^2 = 10^4\ N$$

8.-

a) Como el coche describe una trayectoria circular con velocidad constante, el movimiento es un MCU en el que la aceleración es centrípeta, dirigida haca el centro de la trayectoria circular:



b) Para que el coche no se salga de la curva siguiendo el principio de inercia, debe haber una fuerza que le haga describir la circunferencia. Esta fuerza es la fuerza centrípeta:

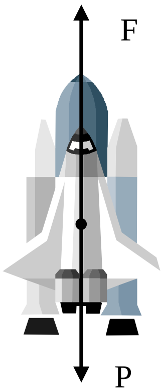
$$F_c = m \cdot a_c = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Calculamos esta fuerza a partir de la velocidad del vehículo v = 33.3 m/s, de su masa m = 500 kg y del radio de la curva R = 80 m.

$$Fc = 500\ kg \cdot \frac{(33.3\ m/s)^2}{80\ m} = 6931\ N$$

c) Esta fuerza la genera el rozamiento de las ruedas con el firme de la carretera. Si la carretera está más deslizante por la existencia de hielo o aceite, el rozamiento es menor y es más fácil salirse en la curva.

9.-



a) En ausencia de rozamiento, las únicas fuerzas que se ejercen sobre el cohete son el peso y la fuerza de los motores. La fuerza resultante será la diferencia entre ellas: $F_T = F - P$. Esta fuerza total está relacionada con la aceleración que sufre el cohete a través del segundo principio de la dinámica: $F_T = m \cdot a$, de manera que debemos calcular la aceleración.
Los datos del ejercicio nos permiten calcularla a través de las ecuaciones del MRUA:

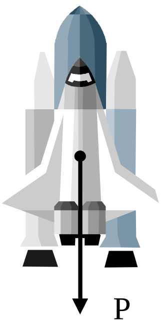
$$v = v_i + a \cdot t$$
$$s = s_i + v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Sustituyendo los datos del enunciado en la segunda ecuación:

$$500\ m = \frac{a \cdot (10\ s)^2}{2} \qquad \Rightarrow \qquad a = \frac{1000\ m}{100\ s^2} = 10\ m/s^2$$

$F_T = 8000\ kg \cdot 10\ m/s^2 = 80000\ N$ $\qquad$ $P = m \cdot g = 8000\ kg \cdot 9.8\ m/s^2 = 78400\ N$

$$F = F_T + P = 80000\ N + 78400\ N = 158400\ N$$



b) En el instante en que los motores se paran, la única fuerza que actúa es el peso del cohete, que sufre un movimiento de tiro vertical. Hay que calcular la velocidad que lleva el cohete cuando los motores se detienen:

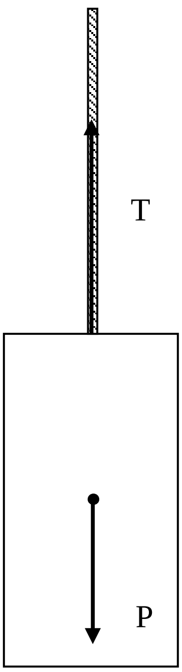
$$v = v_i + a \cdot t \qquad \Rightarrow \qquad v = 10\ m/s^2 \cdot 10\ s = 100\ m/s$$

Esta velocidad es la velocidad inicial del tiro vertical. Cuando el cohete llega al suelo, su posición vale 0 m:

$$s = s_i + v_i \cdot t - g \cdot t^2/2$$
$$0\ m = 500\ m + 100\ m/s \cdot t - 4.9\ m/s^2 \cdot t^2$$
$$t = \frac{-100\ m/s \pm \sqrt{(100\ m/s)^2 + 4 \cdot 4.9\ m/s^2 \cdot 500\ m}}{-9.8\ m/s^2} = \begin{cases} -4.15\ s \\ 24.56\ s \end{cases}$$

La solución válida es la que da un tiempo positivo: tarda en caer 24.56 s desde que se paran los motores.

10.-



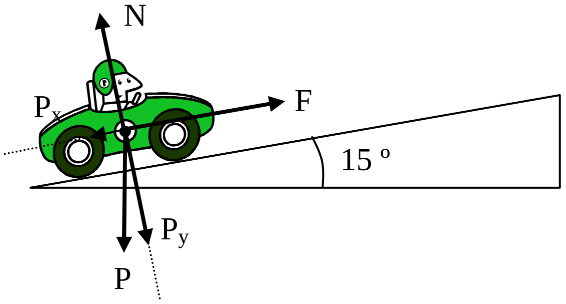
Las fuerzas que se ejercen sobre el ascensor son su peso y la tensión del cable que hace que el ascensor suba. La fuerza total, si el ascensor sube con aceleración, vale T – P.

Aplicando el segundo principio de la dinámica, la fuerza total que se ejerce sobre el ascensor es el producto de su masa por la aceleración que experimenta: $T - P = m \cdot a$.

De aquí podemos calcular cuánto vale la tensión del cable del ascensor:

$$T = m \cdot a + P$$
$$T = m \cdot a + m \cdot g$$
$$T = m \cdot (a + g)$$
$$T = 2000\ kg \cdot (1\ m/s^2 + 9.8\ m/s^2)$$
$$T = 21600\ N$$

11.-

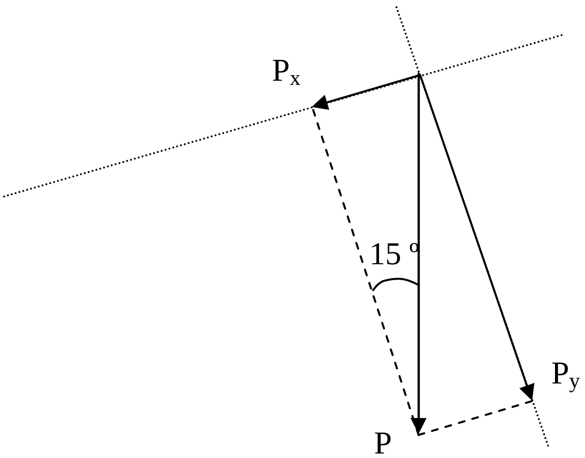


Calculamos en primer lugar la aceleración que experimenta el coche. Como el movimiento es rectilíneo uniformemente acelerado:

$$s = s_i + v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \qquad s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$32\ m = \frac{a \cdot (5\ s)^2}{2} \qquad a = 2.56\ m/s^2$$

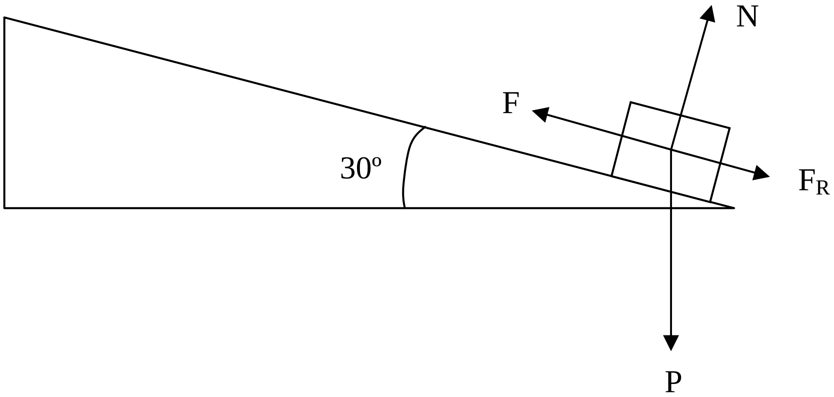
Una vez calculada la aceleración, podemos relacionarla con la fuerza total F_T = m · a. Esta fuerza total vendrá dada por F - P_x. Hay que descomponer el peso:

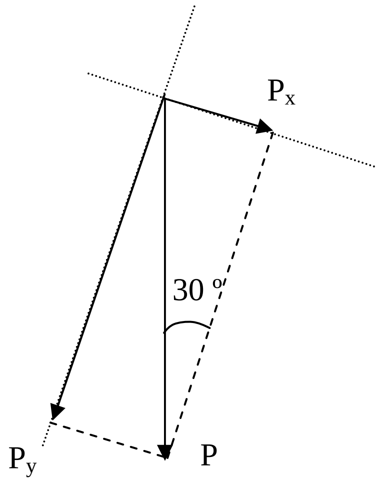


P_x = P · sen 15º
P_x = 800 kg · 9.8 m/s^2 · sen 15º
P_x = 2029.1 N

Aplicando el segundo principio de la dinámica:
m · a = F - P_x
800 kg · 2.56 m/s^2 = F – 2029 N
F = 4077 N

12.-





a) La fuerza de rozamiento se define como F_R = μ · N. La normal es la fuerza que ejerce la superficie sobre el objeto para que éste no se hunda en ella. Esta fuerza debe compensar a la componente vertical del peso: N = P_y. Descomponiendo el peso:

P_y = P · cos 30º
N = P · cos 30º
F_R = μ · P · cos 30º
F_R = μ · m · g · cos 30º
F_R = 0.5 · 200 kg · 9.8 m/s^2 · cos 30º
F_R = 848.7 N

b) Para que el objeto suba por el plano con velocidad constante, la aceleración debe ser cero. En este caso, la fuerza total en el eje x debe ser nula, es decir F = F_R + P_x. La componente x del peso viene dada por:

P_x = P · sen 30º
F = 848.7 N + 200 kg · 9.8 m/s^2 · sen 30º
F = 1828.7 N