Tema III: Dinámica

1.- Se aplica una fuerza constante de 25 N a un cuerpo de 5 kg de masa inicialmente en reposo. ¿Qué velocidad alcanzará y qué espacio habrá recorrido al cabo de 10 segundos?

Como $F = m \cdot a$, entonces $a = \frac{F}{m} = \frac{25N}{5kg} = 5\frac{m}{s^2}$

Al cabo de 10 segundos llevará una velocidad de: $v = a \cdot t = 5m/s^2 \cdot 10seg = 50\frac{m}{s}$

Y habrá recorrido un espacio de $S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 5m/s^2 \cdot 100s^2 = 250m$

2.- ¿Qué fuerza han de ejercer los frenos de un coche de masa 600 kg, que marcha con una velocidad de 54 km/h para detenerlo en 30 m?

Utilizando la ecuación independiente del tiempo: $V^2 - V_o^2 = 2 \cdot a \cdot s$, tenemos que:

$$a = \frac{V^2 - V_0^2}{2 \cdot s} = \frac{-(15m/s)^2}{2 \cdot 30m} = -3{,}75\frac{m}{s^2}$$

Por tanto, utilizando la ecuación fundamental de la dinámica, tenemos:

$$F = m \cdot a = 600kg \cdot -3{,}75m/s^2 = -2250N$$

Vemos que F es negativa, porque se opone al movimiento.

3.- Con una fuerza de 200 N se eleva un cuerpo 20 metros en 20 segundos . Calcúlese el peso de dicho cuerpo.

De la ecuación $S = S_o + V_o \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$, y suponiendo que el cuerpo estaba en reposo y que el sistema de referencia lo tomamos en S_o=0, calculamos a.

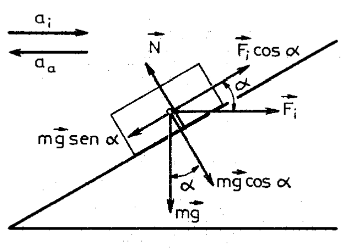
$$a = \frac{2 \cdot s}{t^2} = \frac{40m}{400s^2} = 0{,}1\frac{m}{s^2}$$

Y aplicando la 2ª ley Newton:

$$F - m \cdot g = m \cdot a$$

De aquí: $m = \frac{F}{a+g} = \frac{200N}{(9{,}81 + 0{,}1)m/s^2} = 20{,}18kg$, y $P = m \cdot g = 198N$

4.- Un cuerpo está situado sobre la superficie perfectamente lisa de un plano inclinado de α grados de inclinación. ¿Qué aceleración horizontal debemos comunicar al plano para que el cuerpo no deslice hacia abajo?.



Mientras el plano permanezca en reposo, la componente m·g·senα del peso hará que éste deslice hacia abajo con una aceleración $a = g \cdot sen\alpha$.

Si se desea que el cuerpo no deslice, debemos comunicar al plano una aceleración de arrastre (a_a) tal que la componente F_i·Cosα de la fuerza de inercia equilibre a la componente m·g·senα del peso del cuerpo.

$$m \cdot g \cdot sen\alpha = F_i \cdot \cos\alpha = m \cdot a_i \cdot \cos\alpha$$

De donde: $a_i = g \cdot \tan\alpha$

La aceleración de arrastre ha de tener sentido contrario a la de inercia, siendo iguales sus valores:

$$a_a = g \cdot \tan\alpha$$

5.- En el interior de una cabina de un ascensor de 2,8 metros de altura, se encuentra una persona de 75 kg.

a) Calcular la fuerza que soporta el suelo del ascensor cuando sube con una aceleración cte de 1,4 m/s²^2.

b) Calcular dicha fuerza si el ascensor desciende con esa misma aceleración.

c) Idem. En el caso de que el ascensor suba o baje con v=Cte.

d) Cuando el ascensor está a 18 m del suelo se despende una de las lámparas del techo. Calcular en el caso que de que ascensor esté subiendo con a=1,4m/s^2 el tiempo que tardará la lámpara en chocar con el suelo.

A) Si tomamos como sistema de referencia la tierra, tenemos que: $N - mg = ma$

De donde $N = ma + mg = m(a+g) = 75kg(9{,}8+1{,}4)m/s^2 = 840N$

B) En este caso: $mg - N = ma$

De donde: $N = mg - ma = m(g-a) = 75kg(9{,}8-1{,}4)m/s^2 = 630N$

C) En este caso: $N = mg = 75kg \cdot 9{,}8m/s^2 = 735N$

D) En el instante que se suelta la lámpara, como posee la misma velocidad v que el ascensor, ambos cuerpos están en reposo relativo. Por tanto:

1) La lámpara cae una altura s en caída libre sin velocidad inicial: $S = \frac{1}{2}gt^2$

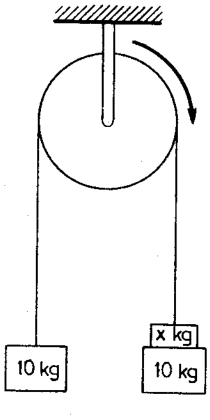
2) El suelo del ascensor sube una altura s´ con movimiento uniformemente acelerado, de aceleración a, sin velocidad inicial: $S´ = \frac{1}{2}at^2$

Como S+S´=h , donde h es la altura de la cabina del ascensor, tenemos: $\frac{1}{2}gt^2 + \frac{1}{2}at^2 = h$

De donde: $t = \sqrt{\frac{2h}{g+a}}$

Y sustituyendo: $t = \sqrt{\frac{2h}{g+a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}8m}{9{,}8+1{,}4m/s^2}} = 0{,}7s$

6.- En los extremos de una maquina de Atwood, se colocan dos bloques de masa 10 kg. Si queremos que uno de los dos bloques recorra en sentido descendente una distancia de 2,40 m en 2 segundos partiendo del reposo, ¿Qué sobrecarga se le habrá que añadir?.



Lo primero es calcular la aceleración del sistema; como se trata de un MRUA:

$$S = \frac{1}{2}a t^2$$

De donde:

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 2{,}40m}{(2s)^2} = 1{,}20\,\frac{m}{s^2}$$

Llamando m a la masa que ha de añadirse a uno de los bloques para conseguir esta aceleración, habrá de cumplirse:

$$(m_1 + m + m_2) \cdot a = (m_1 + m - m_2) \cdot g$$

Sustituyendo m_1= m_2=10, tenemos que:

$$(20 + m) \cdot a = m \cdot g$$

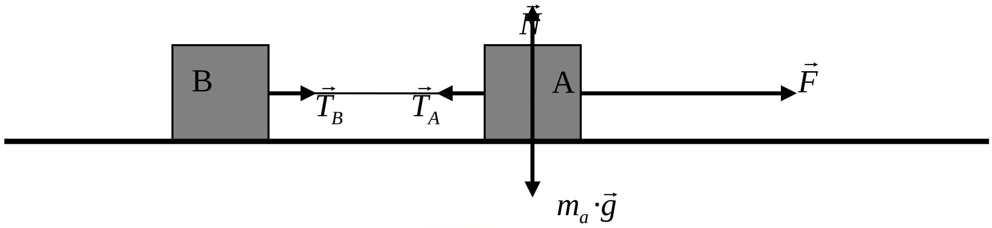
y despejando m;

$$m = \frac{20a}{g-a} = \frac{20kg \cdot 1{,}20\,\frac{m}{s^2}}{9{,}8-1{,}2\,\frac{m}{s^2}} = 2{,}79kg$$

7.- Sobre una superficie horizontal sin rozamiento tenemos dos bloques A y B de 2 kg de masa unidos por una cuerda. Si se tira del bloque A con una fuerza de 10 N, calcular la tensión de la cuerda de unión en cada uno de sus extremos.

a) Si su masa es despreciable.

b) Si tiene una masa de 200 gr.



A) Al aplicar sobre el sistema la fuerza de 10 N, tenemos: $F = (m_A + m_B) \cdot a$

De donde: $a = \frac{F}{m_A + m_B} = \frac{10N}{4kg} = 2{,}5\,\frac{m}{s^2}$

Si nos fijamos solo en el bloque A, tenemos que: $F - T_A = m_A \cdot a$

De donde: $T_A = F - m \cdot a = 10N - 2kg \cdot 2{,}5m/s^2 = 5N$

Sobre el bloque B, la única fuerza que actúa es T_B, por tanto: $T_B = m_2 \cdot a = 2kg \cdot 2{,}5m/s^2 = 5N$

Vemos que si la masa de la cuerda es despreciable, la tensión es cte. A lo largo de la cuerda.

B) Vamos a calcular la aceleración del sistema, con m_c masa de la cuerda: $F = m \cdot a'$

$$a' = \frac{F}{m} = \frac{10N}{2+2+0{,}2kg} = 2{,}38\,\frac{m}{s^2}$$

Para el bloque A, tenemos que: $F - T_A = m_A \cdot a'$

De donde: $T_A = F - m_A \cdot a' = 10N - 2kg \cdot 2{,}38m/s^2 = 5{,}24N$

Para el bloque B, tenemos que la única fuerza que actúa sobre él es
$T_B = m_B \cdot a' = 2kg \cdot 2{,}38m/s = 4{,}76N$

Vemos que T_A es mayor que T_B, por tanto si una cuerda tiene masa, la tensión va disminuyendo conforme aumenta la distancia a la fuerza aplicada.

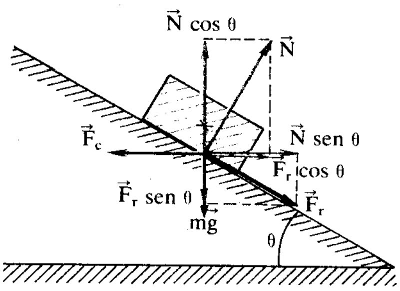
8.- Para qué sirven los dibujos que llevan los neumáticos de los coches?

Las irregularidades de los dibujos aumentan el valor de la fuerza de rozamiento, y así se consigue que las ruedas ni deslicen, también son utilizados para la evacuación de agua, cuando conducimos en circunstancias climatológicas adversas.

"Si las carreteras fueran perfectamente lisas y sin ningún tipo de adversidades, los neumáticos serian lisos, puesto que así la superficie de contacto con el suelo es mayor. Por ejemplo, en la F1, los neumáticos lisos son los que dan mejores tiempos a la hora de hacer la vuelta rápida, pero cuando llueve, todos los monoplazas entran en boxes para cambiar

neumáticos y poner unos de agua, que tienen dibujos. (Bueno, esto ocurría antiguamente, porque ahora en la F1 han prohibido los neumáticos lisos)."

9.- Calcular el valor mínimo del radio que puede tener una curva de una carretera de ángulo de peralte α, para que un automóvil que la recorre a la velocidad v no se deslice hacia el exterior, siendo μ el coeficiente de rozamiento dinámico.



Consideremos como sistema de referencia, el propio coche que se encuentra en reposo, sometido a las fuerzas que se observan en el dibujo (N,P,F_c,F_r):

Podemos deducir que: $\begin{cases} N\cdot Cos\theta = m\cdot g + F_r\cdot Sen\theta \\ F_r\cdot Cos\theta + N\cdot Sen\theta = F_c \end{cases}$

Como $F_r = \mu\cdot N$, resulta: $\begin{cases} N\cdot Cos\theta = m\cdot g + \mu\cdot N\cdot Sen\theta \\ \mu\cdot N\cdot Cos\theta + N\cdot Sen\theta = F_c \end{cases}$

Estas dos ecuaciones equivalen a: $\begin{cases} m\cdot g = N(Cos\theta - \mu Sen\theta) \\ F_c = N(\mu Cos\theta + Sen\theta) \end{cases}$

Dividiendo miembro a miembro ambas expresiones:

$$\frac{m\cdot g}{F_c} = \frac{N(Cos\theta - \mu Sen\theta)}{N(\mu Cos\theta + Sen\theta)} = \frac{1-\mu\cdot\tan\theta}{\mu + \tan\theta}$$

Como $F_c = \dfrac{m\cdot v^2}{R}$, tenemos:

$$\frac{m\cdot g}{\frac{m\cdot v^2}{R}} = \frac{r\cdot g}{v^2} = \frac{1-\mu\cdot\tan\theta}{\mu + \tan\theta}$$

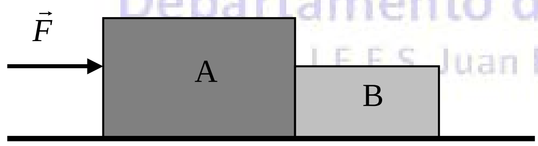
Y por último:

$$r = \frac{v^2}{r}\cdot\frac{1-\mu\tan\theta}{\mu+\tan\theta}$$

10.- Se ejerce una fuerza de 12N en dirección horizontal contra un bloque A de 4kg el cual empuja a otro bloque B de 2kg. Calcular la aceleración del sistema y la fuerza que ejerce cada bloque sobre el otro:

a) Si ambos bloques se encuentran sobre una superficie lisa.

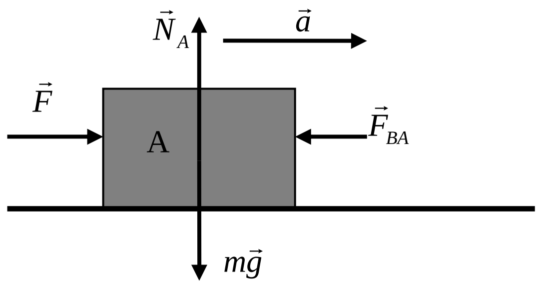
b) Si los coeficientes de rozamiento dinámico entre los bloques A y B y la superficie son respectivamente 0,1 y 0,2.



a) Aplicando la ecuación fundamental de la dinámica, tenemos:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{12N}{(4+2)kg} = 2\frac{m}{s^2}$$

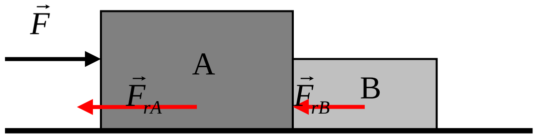
Si consideramos el bloque A por separado, tenemos:



$$F - F_{BA} = m_A\cdot a_A$$

De donde:

$$F_{BA} = F - m_A\cdot a_A = 12N - 4kg\cdot 2m/s^2 = 4N$$



b) Para el caso de rozamiento, el gráfico es igual que el del apartado a), pero ahora añadiendo sus respectivas fuerzas de rozamiento.

Aplicando la ecuación fundamental de la dinámica:

$$F - F_{rA} - F_{rB} = (m_A + m_B)\cdot a$$

y como:

$$F_{rA} = \mu_A \cdot N_B = \mu_A \cdot m_A \cdot g$$
$$F_{rB} = \mu_B \cdot N_B = \mu_B \cdot m_B \cdot g$$

Sustituyendo, resulta:

$$F - (\mu_A \cdot m_A + \mu_B \cdot m_B)\cdot g = (m_A + m_B)\cdot a$$

Despejando a y sustituyendo:

$$a = \frac{F - (\mu_A \cdot m_A + \mu_B \cdot m_B)\cdot g}{m_A + m_B} = \frac{12N - (0{,}1\cdot 4kg + 0{,}2\cdot 2kg)\cdot 9{,}8 m/s^2}{6kg} = 0{,}69\,\frac{m}{s^2}$$

Considerando otra vez, el bloque A aisladamente, tenemos que: $F - F_{BA} - F_{rA} = m_A \cdot a$

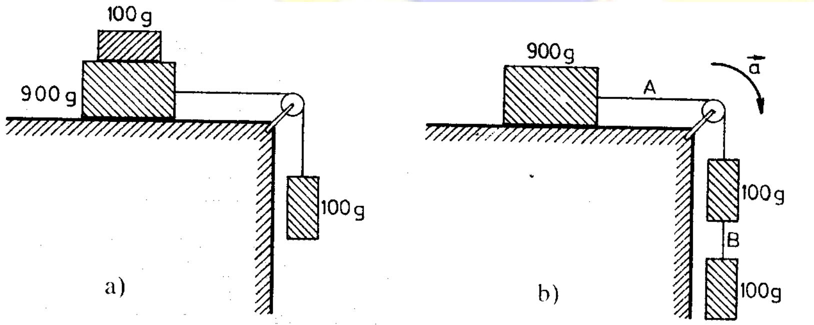
De donde: $F_{BA} = F - F_{rA} - m_A \cdot a$

Y sustituyendo: $F_{BA} = F - \mu_A \cdot m_A \cdot g - m_A \cdot a = 12N - 0{,}1\cdot 4kg \cdot 9{,}8 m/s^2 - 4kg \cdot 0{,}69 m/s^2 = 5{,}3N$

11.- Un bloque de 100 gr que descansa sobre otro de 900 gr, y son arrastrados en conjunto con velocidad cte sobre una superficie horizontal, debido a la acción de un cuerpo de 100 gr que cuelga suspendido de un hilo a través de una polea sin masa.

a) Si el primer bloque lo separamos del de 900 gr y lo unimos al bloque suspendido mediante otra cuerda, el sistema adquiere cierta aceleración. Calcular esta aceleración.

b) ¿Cuál es la tensión de las dos cuerdas?.



Calcularemos primero el coeficiente de rozamiento entre el bloque de 900 gr y la superficie horizontal de deslizamiento. Para ello consideramos el diagrama de fuerzas siguiente:

- En el bloque suspendido, se cumple que: $m_2 \cdot g - T = m_2 \cdot a = 0$ de donde: $T = m_2 \cdot g$ (1)
- En los bloques apoyados se cumple que: $T - F_r = (m_1 + m_2)\cdot a = 0$ de donde: $T = F_r$ (2)
-

Y como: $F_r = \mu \cdot N = \mu (m_1 + m_2)\cdot g = T$

Igualando las expresiones (1) y (2): $\mu = \dfrac{m_2}{m_1 + m_2} = \dfrac{0{,}1kg}{1kg} = 0{,}1$

Una vez calculado el coeficiente de rozamiento nos fijaremos en la nueva disposición adquirida por los bloques. Aplicando la ecuación fundamental de la dinámica al conjunto de los bloques suspendidos, se tiene:

$$2\cdot m_2\cdot g - T_A = 2\cdot m_2\cdot a$$

Mientras que si lo aplicamos al bloque apoyado, resulta:

$$T_A - F_r = m_1\cdot a$$

Pero como $F_r = \mu\cdot N = \mu\cdot m_1\cdot g$

Al sustituir en la ecuación anterior, se obtiene

$$T_A - \mu\cdot m_1\cdot g = m_1\cdot a$$

Sumando las ecuaciones

$$2\cdot m_2\cdot g - \mu\cdot m_1\cdot g = (m_1 + 2\cdot m_2)\cdot a$$

De donde

$$a = \frac{(2\cdot m_2 - \mu\cdot m_1)\cdot g}{m_1 + 2\cdot m_2} = \frac{2\cdot 0{,}1kg - 0{,}1\cdot 0{,}9kg}{1{,}1kg}\cdot 9{,}8m/s^2 = 0{,}98m/s^2$$

Para calcular la tensión de la cuerda, despejamos T_A de la ecuación $2\cdot m_2\cdot g - T_A = 2\cdot m_2\cdot a$ y obtenemos:

$$T_A = 1{,}764N$$

Aplicando la ecuación de la dinámica al bloque que cuelga: $m_2\cdot g - T_B = m_2\cdot a$ y despejando T_B:

$$\boxed{T_B = m_2(g-a) = 0{,}1kg(9{,}81 - 0{,}98)m/s^2 = 0{,}882N}$$

12.- Tenemos un bloque de 10 kg de masa que se puede mover con velocidad constante sobre una superficie horizontal bajo la acción de una fuerza, también horizontal, de 19,6N.

Si inclinamos dicha superficie de manera que forme un ángulo de 45° con la horizontal, ¿Qué fuerza paralela al plano necesitamos aplicar para que el bloque se deslice hacia arriba con una aceleración de 2m/s²?.

Como el bloque se mueve con velocidad constante, eso quiere decir que la resultante de las fuerzas aplicadas es nula:

$$F - F_r = 0 \Rightarrow F = F_r = \mu\cdot m\cdot g = 19{,}6N$$

Despejando μ, obtenemos: $\mu = \frac{F_r}{m\cdot g} = \frac{19{,}6N}{10kg\cdot 9{,}8m/s^2} = 0{,}20$

Cuando inclinamos la superficie, las fuerzas que producen movimiento son las fuerzas que actúan sobre el eje X, por tanto:

$$F - P_x - F_r = m\cdot a_x$$

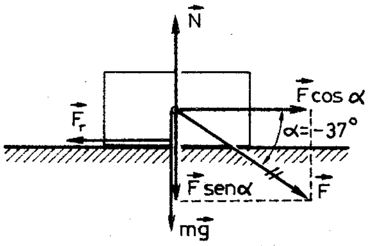
O lo que es lo mismo

$$F - m\cdot g\cdot sen\alpha - \mu\cdot m\cdot g\cdot\cos\alpha = m\cdot a$$

De donde despejando F tenemos:

$$F = m(a + g\cdot sen\alpha + \mu\cdot g\cdot\cos\alpha) = 10kg(2m/s^2 + 9{,}81m/s^2\cdot sen45° + 0{,}2\cdot 9{,}81m/s^2\cdot\cos 45°) = 103N$$

13.- Un cuerpo de 100 kg se mueve sobre una superficie horizontal bajo la acción de una fuerza de 10 kp que forma un ángulo de -37° por debajo de la horizontal. $\mu_d = 0,25$. Calcular la aceleración con que se mueve el cuerpo.



- **Sobre el eje Y:** $N - mg - F\cdot sen\alpha = 0$ ➔ $N = mg + F\cdot sen\alpha$
- **Sobre el eje X:** $F\cdot\cos\alpha - F_r = m\cdot a$

Como $F_r = \mu\cdot N$ ➔ $F_r = \mu(m\cdot g + F\cdot sen\alpha)$, entonces

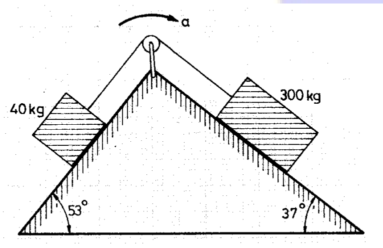
$$F\cdot\cos\alpha - \mu(m\cdot g + F\cdot sen\alpha) = m\cdot a$$

Como nos piden calcular la aceleración ***a***, la despejamos de esta ecuación:

$$a = \frac{F\cdot\cos\alpha - \mu(m\cdot g + F\cdot sen\alpha)}{m} = \frac{981N\cdot 0{,}8 - 0{,}25(100kg\cdot 9{,}81m/s^2 + 981N\cdot 0{,}6)}{100kg} = 3{,}92m/s^2$$

En este ejercicio, hemos utilizado una unidad de Fuerza que está en desuso. $1kp = 1kp\cdot\frac{9{,}81N}{1kp} = 9{,}81N$

14.- Dos bloques de 300 kg y de 40 kg descansan sobre dos planos inclinados, tal como se ve en la figura. Están unidos por una cuerda de masa despreciable que pasa por una polea sin rozamiento. El coeficiente de rozamiento entre los bloques y el plano es 0,3. Calcular:



a) La aceleración del sistema
b) La tensión de la cuerda.

A) Aplicando el 2º principio de la dinámica al bloque de la derecha:

$$m_2\cdot g\cdot sen37° - T - F_{r_2} = m_2\cdot a$$

Como $F_{r_2} = \mu\cdot N_2 = \mu\cdot m_2\cdot g\cdot\cos 37°$; entonces:

$$m_2\cdot g\cdot sen37° - T - \mu\cdot m_2\cdot g\cdot\cos 37° = m_2\cdot a$$

En el bloque de la izquierda:

$$T - m_1\cdot g\cdot sen53° - \mu\cdot m_1\cdot g\cdot\cos 53° = m_1\cdot a$$

Si sumamos miembro a miembro ambas ecuaciones,

$$m_2\cdot g\cdot sen37° - \mu\cdot m_2\cdot g\cdot\cos 37°T - m_1\cdot g\cdot sen53° - \mu\cdot m_1\cdot g\cdot\cos 53° = (m_1 + m_2)\cdot a$$

y despejamos la aceleración ***a***, tenemos:

$$a = \frac{m_2\cdot g\cdot sen37° - \mu\cdot m_2\cdot g\cdot\cos 37°T - m_1\cdot g\cdot sen53° - \mu\cdot m_1\cdot g\cdot\cos 53°}{m_1 + m_2} = 2m/s^2$$

Para calcular la tensión, sustituimos en la ecuación

$$T - m_1\cdot g\cdot sen53° - \mu\cdot m_1\cdot g\cdot\cos 53° = m_1\cdot a$$

Y obtenemos:

$$T = m_1\cdot g\cdot sen53° + \mu\cdot m_1\cdot g\cdot\cos 53° + m_1\cdot a = 480N$$

15.- Un sistema de partículas está formado por dos masas puntuales m_1=2kg. Y m_2=3kg que se mueven respectivamente según las ecuaciones $\vec{r}_1 = 2t^2\hat{i}$ m y $\vec{r}_2 = 2(t+1)\hat{j}$ m donde t se mide en segundos. Calcular:

a) El momento lineal total del sistema.

b) La fuerza que actúa sobre cada partícula.

a) El momento lineal total del sistema será:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot \frac{d\vec{r}_1}{dt} + m_2 \cdot \frac{d\vec{r}_2}{dt} = 8t\hat{i} + 6\hat{j}\ \text{kg·m/s}$$

Cuando t=2 segundos, entonces:

$$\boxed{\vec{p} = 16\hat{i} + 6\hat{j}\ \text{kg·m/s}}$$

b) Las fuerzas que actúan sobre cada partícula son:

$$\boxed{\vec{F}_1 = \frac{d\vec{p}_1}{dt} = 8N \quad \vec{F}_2 = \frac{d\vec{p}_2}{dt} = 0N}$$

Independientemente del instante considerado.

16.- Se dispone horizontalmente un proyectil de 8 gr. que penetra en un bloque de madera de 9 kg. que puede moverse libremente. La velocidad del sistema formado por el bloque y el proyectil después del impacto es de 30 cm/s. Deducir la velocidad inicial del proyectil.

Aplicando el principio de conservación del momento lineal, tenemos que P=Cte, por tanto:

$$P_{antes} = P_{despues}$$

$$P_{antes} = m_{bala} \cdot v_{bala} \quad \text{y} \quad P_{despues} = (m_{bala} + m_{bloque}) \cdot V_{bloque-bala}$$

Igualando ambas ecuaciones:

$$m_{bala} \cdot v_{bala} = (m_{bala} + m_{bloque}) \cdot V_{bloque-bala}$$

Como nos piden calcular la velocidad inicial de la bala, despejamos de la ecuación:

$$\boxed{v_{bala} = \frac{(m_{bala} + m_{bloque}) \cdot V_{bloque-bala}}{m_{bala}} = \frac{9{,}008kg \cdot 0{,}3m/s}{0{,}008kg} = 337{,}8m/s}$$

17.- Un cañón de masa M, situado sobre el suelo horizontal, dispara horizontalmente un proyectil de masa m con la velocidad relativa v. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento dinámico entre el cañón y el suelo es μ, determinar el retroceso X, del cañón.

Sea v_1 la velocidad inicial de retroceso del cañón. Entonces, aplicando conservación del momento lineal:

$$M \cdot v_1 = m(v - v_1)$$

De donde:

$$v_1 = \frac{m \cdot v}{m + M}$$

Ahora, para calcular la aceleración a la que se encuentra sometido el cañón, aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica:

La única fuerza que actúa sobre el cañón es la fuerza de rozamiento, y como la fuerza de rozamiento se opone al movimiento, entonces:

$$-F_r = M \cdot a \rightarrow a = \frac{-F_r}{M} = \frac{-\mu \cdot M \cdot g}{M} = -\mu \cdot g$$

Para calcular el desplazamiento, utilizamos la ecuación independiente del tiempo:

$$X = \frac{v_f^2 - v_1^2}{2 \cdot a} = \frac{-\left(\frac{mv}{m+M}\right)^2}{-2\mu g} = \frac{1}{2\mu g}\left(\frac{mv}{m+M}\right)^2$$

18.- Un cañón montado sobre ruedas pesa 100 toneladas y dispara proyectiles de 10 kg. a 300 m/s. Determinar el impulso que se ejerce sobre el cañón y su cantidad de movimiento.

El momento lineal del proyectil y del cañón tienen el mismo módulo y dirección, pero sentido contrario. En módulo es igual.
Por tanto:

$$P = m \cdot v = 300 m/s \cdot 10 kg = 3000 kg \cdot m/s$$

Para calcular el impulso, utilizamos que el impulso es la variación del momento.

$$I = \Delta p = p_{despues} - p_{antes} = m \cdot v - 0 = 3000 kg \cdot m/s = 3000 N \cdot s$$