

LEYES DE LA DINÁMICA Y APLICACIONES

Ejercicios de la unidad 14

Cuestiones.

- 1.- ¿Qué opinas de la siguiente afirmación?: Andamos gracias al rozamiento. Si no existiera éste no lo podríamos hacer.
- 2.- ¿Por qué tienen dibujo las ruedas de los coches? ¿Qué ocurre cuando están muy desgastadas?
- 3.- ¿Porqué un objeto que está en reposo en un plano inclinado, y por lo tanto debe existir un equilibrio de fuerzas, no tiene porqué moverse al aplicar una fuerza nueva, que lógicamente rompe el equilibrio de fuerzas existente anteriormente?
- 4.- Razona si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones: **a)** Cuando un coche toma una curva, además del peso y la normal, sólo existe la fuerza del motor; **b)** Cuando la carretera está helada se ponen cadenas en los coches para aumentar el rozamiento; **c)** La fuerza centrífuga es la fuerza de reacción de la fuerza centrípeta.

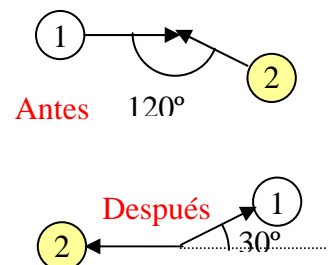
Leyes de Newton.

- 5.- ¿Cuál será el módulo de la fuerza que se aplicará sobre un objeto de 15 kg de masa si éste ha aumentado su velocidad 50 km/h en un tiempo de 6,2 s, suponiendo que no existiera rozamiento?
- 6.- Calcula la aceleración que sufrirá un cuerpo de 20 kg de masa situado en una superficie horizontal cuando se le aplica una fuerza de 80 N si sabemos que los coeficientes de rozamiento estático y cinético son 0,3 y 0,2 respectivamente.
- 7.- Un bloque de 3 kg, en reposo sobre una superficie horizontal con un coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la superficie de 0,2, adquiere una aceleración de $2,5 \text{ m/s}^2$ cuando actúa una fuerza sobre él. Calcula: **a)** El módulo de la fuerza. **b)** La distancia recorrida por el bloque en 3 s.
- 8.- Dos personas de 80 y 50 kg respectivamente se encuentran en reposo sobre una superficie sin rozamiento. Si la primera empuja a la segunda con una fuerza de 150 N. Calcula la aceleración adquirida por cada una de ellas.
- 9.- Aplicamos una fuerza horizontal de 200 N a un cuerpo de 30 kg de masa apoyado sobre una superficie horizontal. Si el coeficiente de rozamiento cinético es 0,2, calcula: **a)** la fuerza de rozamiento, **b)** la aceleración del cuerpo: **c)** su velocidad al cabo de 3 s si partió con una velocidad de 10 m/s.
- 10.- Una caja de 60 kg se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal. **a)** Calcula el coeficiente de rozamiento estático si necesitamos tirar con una cuerda que forma un ángulo de 20° con la horizontal de la misma con una fuerza de 160 N para que empiece a moverse; **b)** ¿Cuál será la aceleración de la caja si mantenemos dicha fuerza y sabemos que el coeficientes de rozamiento cinético es el 80 % del estático?

- 11.- Aplicamos una fuerza de 60 N, que forma un ángulo de 45° con la horizontal, a un cuerpo de 10 kg de masa. Calcula la aceleración del cuerpo si éste se mueve por un plano horizontal si sabemos que el coeficiente de rozamiento cinético es 0,25. ☒

Impulso mecánico y cantidad de movimiento.

- 12.- Si se ejerce una fuerza de 100 N sobre un cuerpo de 50 kg, que se encontraba en reposo, durante 6 s. Calcular: **a)** El impulso mecánico. **b)** La velocidad que adquiere el cuerpo y su cantidad de movimiento inicial y final. ☒
- 13.- Una pelota de 150 g choca perpendicularmente contra la pared de un frontón con una velocidad de 50 km/h y saliendo rebotada con 40 km/h Si el tiempo de contacto entre la pelota y la pared es de 5 centésimas de segundo. Calcula: **a)** la cantidad de movimiento inicial y final de pelota. **b)** la fuerza media ejercida por la pared sobre la pelota; **c)** el impulso mecánico sufrido por la pelota al chocar contra la pared. ☒
- 14.- Una pareja de patinadores de 50 kg y 70 kg chocan frontalmente con velocidades de 5 m/s y 3 m/s, respectivamente. Si los patinadores quedan unidos después del choque, calcula su velocidad final. ☒
- 15.- Se deja caer una pelota de 150 g desde una altura de 5 m, sobre un piso duro, y rebota exactamente hasta la misma altura. ¿Cuál es el impulso recibido sobre la pelota, durante los 0,015 s que estuvo en contacto con el piso? ☒
- 16.- Un satélite de comunicaciones de 4000 kg de masa se puede disparar del compartimiento de carga del trasbordador espacial mediante resortes. Determinado satélite se dispara a 0,3 m/s. **a)** ¿Qué impulso transmiten los resortes? **b)** Si los resortes trabajan durante un periodo de 0,2 s, ¿Qué fuerza promedio ejerce el resorte? ☒
- 17.- Calcula la velocidad de retroceso de una pistola de 1,5 kg que dispara un proyectil de 25 g a una velocidad de 600 m/s. ☒
- 18.- Calcula la velocidad final de un sistema formado por una masa de 15 kg a una velocidad de 10 m/s que choca por detrás de otra de 8 kg que se mueve a 6 m/s si una vez que chocan ambos cuerpos se desplazan unidos. ☒
- 19.- Una bola de billar de 130 g choca a una velocidad de 3 m/s con otra bola igual que se encuentra en reposo. Después del choque, la primera bola se mueve en una dirección que forma 25° con la inicial, y la segunda con -45° con la dirección inicial de la primera. Calcula: **a)** el módulo de la velocidad final de ambas bolas; **b)** la cantidad de movimiento de cada bola antes y después del choque ☒
- 20.- Dos bolas de billar de igual masa chocan con velocidades de 3 y 4 m/s, en un ángulo de 120° . Si después del choque, la primera bola se desvía 30° de su dirección inicial, y la segunda bola sigue la dirección inicial de la primera pero en sentido opuesto. ¿Cuál serán los módulos de las velocidades finales de ambas bolas después del choque? ☒

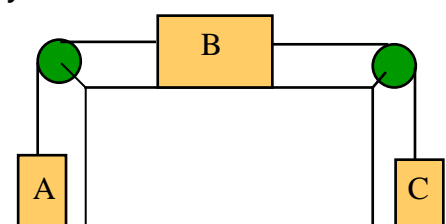
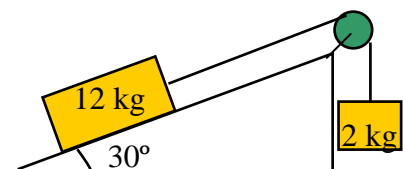
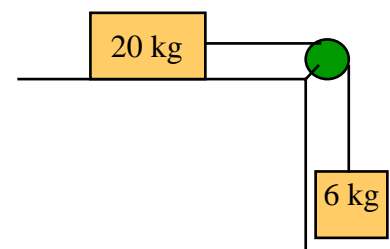


Planos inclinados.

- 21.- Calcula el módulo de la fuerza normal que actúa sobre un cuerpo de 80 kg de masa cuando: **a)** el cuerpo está apoyado sobre un plano horizontal; **b)** el cuerpo está apoyado sobre un plano inclinado 25° con respecto a la horizontal. ☒
- 22.- Aplicamos una fuerza de 110 N a un objeto de 10 kg situado en un plano que forma un ángulo de 60° con la horizontal, paralela al mismo y hacia arriba. ¿Conseguiremos moverlo? En caso de que lo haga, calcula la aceleración. Sabemos que los coeficientes de rozamiento estático y cinético son respectivamente 0,1 y 0,08. ☒
- 23.- Un objeto de 30 kg de masa desciende por un plano inclinado 25° con respecto a la horizontal. Calcula la aceleración del objeto si: **a)** no existe rozamiento; **b)** el coeficiente de rozamiento cinético entre el cuerpo y la superficie es de 0,35. ☒
- 24.- Deseamos subir un objeto de 150 kg por un plano inclinado 20° con respecto a la horizontal, los coeficientes de rozamiento estático y cinético son respectivamente, 0,3 y 0,25. **a)** ¿Será necesario sujetarlo para que no se deslice hacia abajo, y en caso de que lo sea, con qué fuerza? Calcula: **b)** la fuerza que debe aplicarse paralelamente a dicho plano para que el objeto comience a ascender. **c)** la fuerza que debe aplicarse paralelamente a dicho plano para que el cuerpo suba con velocidad constante. ☒
- 25.- Un objeto de 10 kg de masa se encuentra en un plano inclinado 30° con respecto a la horizontal. Si los coeficientes de rozamiento estático y cinético son respectivamente, 0,35 y 0,3 calcula: **a)** con qué aceleración caerá el objeto; **b)** la aceleración del mismo al aplicar una fuerza de 60 N paralela a dicho objeto hacia arriba; **c)** 60 N paralela hacia abajo. ☒

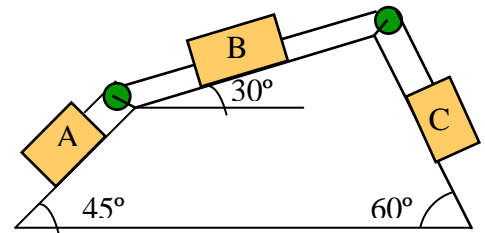
Dinámica de cuerpos enlazados. Cálculo de la aceleración y de la tensión.

- 26.- Colgamos dos objetos de 20 kg y 15 kg respectivamente de los extremos de la cuerda de una polea. Calcula: **a)** la aceleración del sistema; **b)** la tensión de la cuerda. ☒
- 27.- **a)** ¿Se moverá el sistema de la figura? En caso de que lo haga calcula la aceleración. Si no lo hace, calcula la fuerza con que habrá que empujar la caja de 20 kg para que empiece a moverse. **b)** ¿Cuál será la tensión de la cuerda si no aplicamos ninguna fuerza? Los coeficientes de rozamiento estático y cinético son respectivamente, entre el cuerpo de 20 kg y la superficie son 0,4 y 0,35. ☒
- 28.- ¿Se moverá el sistema de la figura? Calcula la tensión de la cuerda y en caso afirmativo, también la aceleración del sistema. Sabemos que los coeficientes de rozamiento estático y cinético entre el cuerpo de 12 kg y la superficie son, respectivamente, son 0,18 y 0,15. ☒
- 29.- Calcula la aceleración y la tensión de cada cuerda en el sistema de la figura, sabiendo que las masas A, B y C son, respectivamente 3, 10 y 1 kg y que los

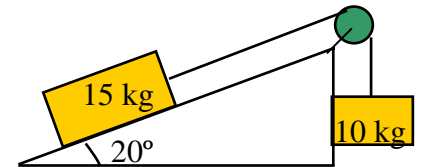


coeficientes de rozamiento estático y cinético entre B y la superficie son, respectivamente, 0,05 y 0,03. ☒

- 30.- Calcula la aceleración y la tensión de cada cuerda en el sistema de la figura, sabiendo que las masas A, B y C son, respectivamente 5, 4 y 2 kg y que los coeficientes de rozamiento estático y cinético entre B y la superficie son, respectivamente, 0,1 y 0,08. Supongamos que A y C no sufren rozamiento. ☒



- 31.- Calcula la aceleración del sistema de la figura y la tensión de la cuerda si: **a)** no hay rozamiento; **b)** el coeficiente de rozamiento cinético entre el objeto de 15 kg y la superficie es de 0,3. ☒



Dinámica del movimiento circular uniforme.

- 32.- Atamos un objeto de 1,5 kg a una cuerda de 1 m de longitud y lo hacemos girar en un plano horizontal, sobre el que se apoya y con el que no tiene rozamiento, a 60 rpm. Calcula la tensión de la cuerda. ☒
- 33.- **a)** Un coche de 800 kg, gira con una velocidad constante de 120 km/h en una curva sin peralte de 100 m de radio. Calcula el valor de la fuerza centrípeta. **b)** Si al aumentar la velocidad en dicha curva hasta los 135 km/h empezara a derrapar, ¿cuál sería el coeficiente de rozamiento estático de deslizamiento? ☒
- 34.- ¿Con qué velocidad máxima podrá tomar un coche una curva plana de 90 m de radio sin derrapar sabiendo que el coeficiente de rozamiento estático de deslizamiento entre los neumáticos y la carretera es de 0,25? ☒
- 35.- Hacemos girar en el aire una esfera atada al extremo de una cuerda de 80 cm de longitud con una celeridad constante describiendo un péndulo cónico. Si la cuerda forma un ángulo de 30° con la vertical, calcula: **a)** el módulo de la velocidad de la bola; **b)** el tiempo que tarda la esfera en dar una vuelta completa; **c)** el ángulo que debería formar con la vertical para llevar una celeridad doble. ☒

SOLUCIONES (Leyes de la Dinámica y Aplicaciones).

- 1.- La afirmación es correcta. Si nosotros nos podemos impulsar hacia delante y andar es porque hay una fuerza (acción) de la suela de nuestros zapatos hacia el suelo, contraria al movimiento, es decir, una fuerza de rozamiento. La fuerza de reacción del suelo hacia nuestros zapatos nos impulsa hacia delante.
- 2.- Tienen dibujo para que haya un mayor coeficiente de rozamiento antideslizante entre las mismas y el suelo. Cuando el dibujo se desgasta, el coeficiente de rozamiento el coeficiente de rozamiento antideslizante disminuye y se produce el derrapaje en las curvas (deslizamiento) en las mismas condiciones ambientales a menor velocidad.
- 3.- Porque está en equilibrio gracias a la fuerza de rozamiento estático. Como ésta es variable hasta adoptar un valor máximo, siempre que al aplicar una nueva fuerza que sumada a la fuerza tangencial no se supere este valor máximo, el equilibrio persistirá.

- 4.- a) **FALSO**. Existe también la fuerza de rozamiento estático antideslizante que actúa como fuerza centrípeta y hace girar el coche.
b) **VERDADERO**. Al haber hielo el coeficiente de rozamiento estático (deslizamiento) disminuye drásticamente. Con cadenas, que se clavan en éste conseguimos que dicho coeficiente vuelva a aumentar.

c) **FALSO**. La fuerza centrífuga es una fuerza virtual (de inercia) que se inventan los observadores de un sistema que lleva aceleración para que puedan aplicarse las leyes de Newton. La fuerza de reacción de la fuerza centrípeta, que en este caso es la fuerza de rozamiento, es una fuerza que hacen las ruedas hacia el asfalto, pero que no produce efecto ya que el asfalto está firmemente adherido al suelo.

5.-
$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{50 \frac{km}{h} \cdot \frac{1000m}{km} \cdot \frac{h}{3600s}}{6,2s} = 2,24 m/s^2$$

$$F = m \cdot a = 15 \text{ kg} \cdot 2,24 \text{ m/s}^2 = \mathbf{33,6 \text{ N}}$$

6.- $F_{re} \text{ (máxima)} = \mu_{re} \cdot N = 0,3 \cdot 20 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 58,8 \text{ N}$.

$$F_{rc} = \mu_{rc} \cdot N = 0,2 \cdot 20 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 39,2 \text{ N}$$

Como la fuerza aplicada supera a la F_{re} (máxima) existirá movimiento.

$$\Sigma F = m \cdot a ; 80 \text{ N} - 39,2 \text{ N} = 20 \text{ kg} \cdot a$$

$$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{80 \text{ N} - 39,2 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = \mathbf{2,04 \text{ m/s}^2}$$

7.- a) $F_{rc} = \mu_c \cdot N = \mu_{rc} \cdot m \cdot g = 0,2 \cdot 3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 5,88 \text{ N}$

$$\Sigma F = F_{aplic} - F_r = m \cdot a = 3 \text{ kg} \cdot 2,5 \text{ m/s}^2 = 7,5 \text{ N}$$

$$F_{aplic} = \Sigma F + F_r = 7,5 \text{ N} + 5,88 \text{ N} = \mathbf{13,38 \text{ N}}$$

b) $\Delta x = v_{0x} \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \text{ m/s}^2 \cdot (3 \text{ s})^2 = \mathbf{11,25 \text{ m}}$

8.- $F_{12} = -F_{21} ; 150 \text{ N} \vec{i} = 50 \text{ kg} \cdot \vec{a}_2 = -80 \text{ kg} \cdot \vec{a}_1$

$$\vec{a}_1 = -\frac{150 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{80 \text{ kg}} \vec{i} = \mathbf{-1,875 \text{ m/s}^2 \vec{i}}$$

$$\vec{a}_2 = -\frac{150 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{80 \text{ kg}} \vec{i} = \mathbf{3,00 \vec{i} \text{ m/s}^2}$$

9.- a) $F_{rc} = \mu_c \cdot N = \mu_c \cdot m \cdot g = 0,2 \cdot 30 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = \mathbf{58,8 \text{ N}}$

b) $\Sigma F = F_{aplic} - F_r = 200 \text{ N} - 58,8 \text{ N} = 30 \text{ kg} \cdot a$

$$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{141,2 \text{ N}}{30 \text{ kg}}$$

$$= 4,71 \text{ m/s}^2$$

$$\text{c) } v = v_0 + a \cdot t = 10 \text{ m/s} + 4,71 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ s} = 24,12 \text{ m/s}$$

$$10.- \quad \text{a) } F_x = F \cdot \cos \alpha = 160 \text{ N} \cdot \cos 20^\circ = 150,4 \text{ N}; \quad F_y = F \cdot \sin \alpha = 160 \text{ N} \cdot \sin 20^\circ = 54,7 \text{ N};$$

$$P = m \cdot g = 60 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 588 \text{ N}; \quad N = P - F_y = 588 \text{ N} - 54,7 \text{ N} = 533,3 \text{ N}$$

$$\text{Al empezar a moverse: } F_x = F_{re} \quad \Rightarrow \quad 150,4 \text{ N} = \mu_e \cdot 533,3 \text{ N}$$

$$\mu_e = \frac{150,4 \text{ N}}{533,3 \text{ N}} = 0,282$$

$$\text{b) } \mu_c = 0,8 \cdot 0,282 = 0,226; \quad F_{rc} = \mu_c \cdot N = 0,226 \cdot 533,3 \text{ N} = 120,3 \text{ N}$$

$$a = a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{150,4 \text{ N} - 120,3 \text{ N}}{60 \text{ kg}} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$11.- \quad \text{a) } F_x = F \cdot \cos \alpha = 60 \text{ N} \cdot \cos 45^\circ = 42,4 \text{ N}; \quad F_y = F \cdot \sin \alpha = 60 \text{ N} \cdot \sin 45^\circ = 42,4 \text{ N};$$

$$P = m \cdot g = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 98 \text{ N}; \quad N = P - F_y = 98 \text{ N} - 42,4 \text{ N} = 55,6 \text{ N}$$

$$F_{rc} = \mu_c \cdot N = 0,25 \cdot 55,6 \text{ N} = 13,9 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = F_x - F_{rc} = 42,4 \text{ N} - 13,9 \text{ N} = 28,5 \text{ N} = 10 \text{ kg} \cdot a_x$$

$$a = a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{28,5 \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 2,85 \text{ m/s}^2$$

$$12.- \quad \text{a) } \vec{I} = \vec{F} \cdot t = 100 \text{ N} \vec{i} \cdot 6 \text{ s} = 600 \vec{i} \text{ N} \cdot \text{s}$$

$$\text{b) } \vec{I} = m \cdot \Delta \vec{v} \Rightarrow \vec{v} = \frac{\vec{I}}{m} = \frac{600 \vec{i} \text{ N} \cdot \text{s}}{50 \text{ kg}} = 12 \vec{i} \text{ m/s}$$

$$\vec{p}_0 = m \cdot \vec{v}_0 = 50 \text{ kg} \cdot 0 \text{ m/s} \vec{i} = \vec{0}; \quad \vec{p}_f = m \cdot \vec{v}_f = 50 \text{ kg} \cdot 12 \text{ m/s} \vec{i} = 600 \vec{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$13.- \quad \text{a) } \vec{p}_0 = m \cdot \vec{v}_0 = 0,15 \text{ kg} \cdot 13,9 \text{ m/s} \vec{i} = 2,08 \vec{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s};$$

$$\vec{p}_f = m \cdot \vec{v}_f = 0,15 \text{ kg} \cdot (-11,1 \text{ m/s}) \vec{i} = -1,67 \vec{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\text{b) } \vec{F}_m = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{-1,67 \vec{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 2,02 \vec{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{0,05 \text{ s}} = -75 \vec{i} \text{ N}$$

$$\text{c) } \vec{I} = \vec{F}_m \cdot \Delta t = -75 \vec{i} \text{ N} \cdot 0,05 \text{ s} = -3,75 \vec{i} \text{ N} \cdot \text{s}; \text{ También se podía haber calculado como } \Delta \vec{p}$$

$$14.- \quad \text{a) } \text{Se cumple el principio de conservación de la cantidad de movimiento: } \vec{p}_0 = \vec{p}_f$$

$$m_1 \cdot \vec{v}_{01} + m_2 \cdot \vec{v}_{02} = (m_1 + m_2) \vec{v}_f;$$

$$50 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m/s} \vec{i} + 70 \text{ kg} \cdot (-3 \text{ m/s}) \vec{i} = 120 \text{ kg} \cdot \vec{v}_f \Rightarrow \vec{v}_f = 0,33 \vec{i} \text{ m/s}$$

$$15.- \quad \text{a) } v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times \frac{9,8 \text{ m}}{\text{s}^2} \times 5 \text{ m}} = 9,9 \text{ m/s}$$

La velocidad de la pelota antes del choque \vec{v}_0 será precisamente $(-9,9 \text{ m/s}) \vec{j}$; La velocidad de la pelota después del choque \vec{v}_f , y puesto que ha de subir a la misma altura será precisamente la opuesta, $9,9 \text{ m/s} \vec{j}$.

$$\vec{I} = \Delta \vec{p} = 0,15 \text{ kg} \cdot 9,9 \text{ m/s} \vec{j} - 0,15 \text{ kg} \cdot (-9,9 \text{ m/s}) \vec{j} = 2,97 \vec{j} \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 2,97 \vec{j} \text{ N} \cdot \text{s}$$

$$16.- \quad \text{a) } \vec{I} = \Delta \vec{p} = 4000 \text{ kg} \cdot (0,3 \text{ m/s} - 0) \vec{i} = 1200 \vec{i} \text{ N} \cdot \text{s}$$

$$b) \vec{F}_m = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{1200 \vec{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{0,2 \text{ s}} = \mathbf{6000 \vec{i} \text{ N} \cdot \text{s}}$$

$$17.- \quad \vec{p}_0 = \vec{p}_f; \quad 0 = 0,025 \text{ kg} \cdot 600 \text{ m/s} \vec{i} + 1,5 \text{ kg} \cdot \vec{v}_p \Rightarrow \vec{v}_p = \mathbf{-10 \vec{i} \text{ m/s}}$$

$$18.- \quad \vec{p}_0 = \vec{p}_f; \quad 15 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s} \vec{i} + 8 \text{ kg} \cdot 6 \text{ m/s} \vec{i} = (15 \text{ kg} + 8 \text{ kg}) \cdot \vec{v}_f \Rightarrow \vec{v}_f = \mathbf{8,6 \vec{i} \text{ m/s}}$$

$$19.- \quad \vec{p}_0 = \vec{p}_f; \quad 0,13 \text{ kg} \cdot 3 \text{ m/s} \vec{i} = 0,13 \text{ kg} \cdot \vec{v}_{1f} + 0,13 \text{ kg} \cdot \vec{v}_{2f}$$

$$3 \text{ m/s} \vec{i} = v_{1f} \cdot \cos 25^\circ \vec{i} + v_{1f} \cdot \sin 25^\circ \vec{j} + v_{2f} \cdot \cos (-45^\circ) \vec{i} + v_{2f} \cdot \sin (-45^\circ) \vec{j}$$

cuyas ecuaciones escalares son:

$$3 \text{ m/s} = 0,906 v_{1f} + v_{2f}$$

$$0 = 0,423 v_{1f} + (-0,707) v_{2f} \Rightarrow \mathbf{v_{1f} = 2,26 \text{ m/s} ; v_{2f} = 1,35 \text{ m/s}}$$

$$b) \vec{p}_{10} = 0,13 \text{ kg} \cdot 3 \text{ m/s} \vec{i} = \mathbf{0,39 \vec{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}} ; \quad \vec{p}_{20} = 0,13 \text{ kg} \cdot 0 \text{ m/s} \vec{i} = \mathbf{0}$$

$$\vec{p}_{1f} = 0,13 \text{ kg} \cdot (0,906 \cdot 2,26 \text{ m/s} \vec{i} + 0,423 \cdot 2,26 \text{ m/s} \vec{j}) = \mathbf{(0,266 \vec{i} + 0,124 \vec{j}) \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$$

$$\vec{p}_{2f} = 0,13 \text{ kg} \cdot [0,707 \cdot 1,35 \text{ m/s} \vec{i} + (-0,707) \cdot 1,35 \text{ m/s} \vec{j}] = \mathbf{(0,124 \vec{i} - 0,124 \vec{j}) \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$$

Se puede comprobar fácilmente que la cantidad de movimiento inicial y final conjunta es la misma.

- 20.- Al igual que en el ejercicio anterior se puede eliminar la masa de las bolas ya que son iguales. Supondremos que la bola 1 va en la dirección del eje x , mientras que la 2 tiene componente x y componente y :

$$3 \text{ m/s} \vec{i} + 4 \text{ m/s} \cdot \cos 120^\circ \vec{i} + 4 \text{ m/s} \cdot \sin 120^\circ \vec{j} = v_1' \cos 30^\circ \vec{i} + v_1' \cdot \sin 30^\circ \vec{j} + v_2' \cos 180^\circ \vec{i} + v_2' \cdot \sin 180^\circ \vec{j}$$

Ecuaciones escalares:

$$\text{eje } x) \quad 3 \text{ m/s} + 4 \text{ m/s} \cdot (-0,5) = 0,866 v_1' - v_2'$$

$$\text{eje } y) \quad 4 \text{ m/s} \cdot 0,866 = 0,5 v_1' \Rightarrow \mathbf{v_1' = 6,93 \text{ m/s} ; v_2' = 5,00 \text{ m/s}}$$

$$21.- \quad \vec{N} - \vec{P} = 0 \Rightarrow N = P = m \cdot g = 80 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = \mathbf{784 \text{ N}}$$

$$b) \quad N - P_N = 0 \Rightarrow N = P_N = m \cdot g \cdot \cos \alpha = 80 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 25^\circ = \mathbf{710,5 \text{ N}}$$

$$22.- \quad \vec{F}_{\text{aplic}} = 110 \text{ N}; \quad F_t = m \cdot g \cdot \sin \alpha = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \sin 25^\circ = 41,4 \text{ N}; \\ F_{re} = \mu_e \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha = 0,1 \cdot 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 25^\circ = 8,88 \text{ N}$$

a) Como $F_{\text{aplic}} > F_t + F_{re}$ ($110 \text{ N} > 41,4 \text{ N} + 8,88 \text{ N}$) **se moverá el objeto.**

$$b) \quad F_{rc} = \mu_c \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha = 0,08 \cdot 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 25^\circ = 7,1 \text{ N}$$

$$\Sigma F = F_{\text{aplic}} - F_t - F_{rc} = m \cdot a ; 110 \text{ N} - 41,4 \text{ N} - 7,1 \text{ N} = 10 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow \mathbf{a = 6,15 \text{ m/s}^2}$$

$$23.- \quad \vec{F}_t = m \cdot g \cdot \sin \alpha = 30 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \sin 25^\circ = 124 \text{ N};$$

$$a) \quad \Sigma F = F_t = m \cdot a ; 124 \text{ N} = 30 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow \mathbf{a = 4,14 \text{ m/s}^2}$$

$$b) \quad F_{rc} = \mu_c \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha = 0,35 \cdot 30 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 25^\circ = 93,3 \text{ N}$$

$$\Sigma F = F_t - F_{rc} = m \cdot a ; 124 \text{ N} - 93,3 \text{ N} = 30 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow \mathbf{a = 1,02 \text{ m/s}^2}$$

$$24.- \quad \vec{F}_t = 150 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \sin 20^\circ = 502,8 \text{ N}; \\ F_{re} = 0,3 \cdot 150 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 20^\circ = 414,4 \text{ N}$$

Como $F_t > F_{re} \Rightarrow$ El objeto tenderá a caer y será necesario aplicar una fuerza para sostenerlo, hacia arriba, paralela a la superficie de:

$$F_{aplic} = F_t - F_{re} = 502,8 \text{ N} - 414,4 \text{ N} = \mathbf{88,4 \text{ N}}$$

$$\text{b) } F_{aplic} = F_t + F_{re} = 502,8 \text{ N} + 414,4 \text{ N} = \mathbf{917,2 \text{ N}}$$

$$\text{c) } F_{rc} = 0,25 \cdot 150 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 20^\circ = 345,3 \text{ N}$$

Si queremos que se mueva hacia arriba con $v = \text{constante}$, es decir con $a = 0$, entonces:

$$F_{aplic} = F_t + F_{rc} = 502,8 \text{ N} + 345,3 \text{ N} = \mathbf{848,1 \text{ N}}$$

$$\mathbf{25.-} \quad \text{a) } F_t = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \sin 30^\circ = 49,0 \text{ N};$$

$$F_{re} = 0,35 \cdot 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 30^\circ = 29,7 \text{ N}; \quad F_{rc} = 0,30 \cdot 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 30^\circ = 25,5 \text{ N}$$

a) Como $F_t > F_{re}$ el objeto caerá. Una vez que sabemos que cae, nos olvidamos del F_{re} y utilizaremos el F_{rc} :

$$\Sigma F = F_t - F_{rc} = m \cdot a; \quad 49,0 \text{ N} - 25,5 \text{ N} = 10 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow \mathbf{a = 2,35 \text{ m/s}^2}$$

b) Como la fuerza aplicada es inferior a la suma de $F_t + F_{remax}$, F_{re} no llegará a su valor máximo, y **el objeto se queda parado**, pues carece de sentido pensar que empujando hacia arriba el objeto va hacia abajo, pues ello implicaría que la fuerza de rozamiento favorecería el movimiento.

c) El objeto sin aplicar ninguna fuerza sabemos que cae, luego al aplicar una fuerza hacia abajo caerá con una aceleración mayor:

$$\Sigma F = F + F_t - F_{rc} = m \cdot a; \quad 60 \text{ N} + 49,0 \text{ N} - 25,5 \text{ N} = 10 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow \mathbf{a = 8,35 \text{ m/s}^2}$$

$$\mathbf{26.-} \quad \text{a) } P_1 = m_1 \cdot g = 20 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 196 \text{ N}; \quad P_2 = m_2 \cdot g = 15 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 147 \text{ N}$$

a) El objeto que caerá será el de mayor peso, es decir P_1 , con lo que el cuerpo 2 ascenderá. Aplicando las ecuaciones escalares a cada objeto tendremos:

$$P_1 - T = 20 \text{ kg} \cdot a; \quad T - P_2 = 15 \text{ kg} \cdot a$$

Sumando ambas ecuaciones escalares desaparece la tensión y nos queda la ecuación global:

$$P_1 - P_2 = 196 \text{ N} - 147 \text{ N} = (20 \text{ kg} + 15 \text{ kg}) \cdot a \Rightarrow \mathbf{a = 1,4 \text{ m/s}^2}$$

b) Despejando T de cualquiera de las dos ecuaciones escalares (en este caso elegimos la segunda) y sustituyendo el valor de a obtenido anteriormente, tendremos:

$$T = P_2 + 15 \text{ kg} \cdot a = 147 \text{ N} + 15 \text{ kg} \cdot 1,4 \text{ m/s}^2 = \mathbf{168 \text{ N}}$$

$\mathbf{27.-}$ a) Sea 1 el objeto que cuelga y 2 el que está en el plano horizontal; calculamos las fuerzas que están en la dirección del posible movimiento son:

$$P_1 = m_1 \cdot g = 6 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 58,8 \text{ N}; \quad F_{remax} = 0,4 \cdot 20 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 0^\circ = 78,4 \text{ N}$$

Como $P_1 < F_{remax}$, la fuerza de rozamiento estático no tomará su valor máximo, sino únicamente el necesario para evitar el movimiento, es decir, $58,8 \text{ N}$. Por tanto, habrá que empujar la caja de 20 kg para que se inicie el movimiento con una fuerza F .

$$\Sigma F = P_1 + F - F_{remax} = 0 \Rightarrow F = 78,4 \text{ N} - 58,8 \text{ N} \Rightarrow \mathbf{F = 19,6 \text{ N}}$$

b) Como no hay movimiento $P_1 - T = 0$; $T - F_{re} = 0$

Despejando T de cualquiera de ellas tendremos: $\mathbf{T = 58,8 \text{ N}}$

$\mathbf{28.-}$ a) Sea 1 el objeto que cuelga y 2 el de 12 kg ; calculamos las fuerzas que están en la dirección del posible movimiento son:

$$P_1 = m_1 \cdot g = 2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 19,6 \text{ N}; \quad F_{remax} = 0,18 \cdot 12 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 30^\circ = 18,3 \text{ N}$$

$$P_{T2} = m_2 \cdot g = 12 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \sin 30^\circ = 58,8 \text{ N};$$

Como $P_{T2} > P_1$ de haber movimiento éste se producirá hacia la izquierda; con lo F_{remax} actuaría hacia la derecha. Como $P_{T2} > P_1 + F_{remax}$ **habrá movimiento** y el objeto de 12 kg en su bajada hará subir al de 2 kg. Una vez que sabemos que hay movimiento necesitamos calcular F_{rc} , pues será esta fuerza la que actúe en vez F_{re} .

$$F_{rc} = 0,15 \cdot 12 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 30^\circ = 15,3 \text{ N}$$

Aplicamos la segunda ley de la dinámica a cada uno de los cuerpos: $\Sigma F = m \cdot a$

$$P_{T2} - T - F_{rc} = 12 \text{ kg} \cdot a ; \quad T - P_1 = 2 \text{ kg} \cdot a$$

Sumando ambas ecuaciones se elimina T :

$$P_{T2} - F_{rc} - P_1 = 58,8 \text{ N} - 15,3 \text{ N} - 19,6 \text{ N} = 14 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow a = 1,7 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Despejando } T \text{ de la segunda ecuación tendremos: } T = 19,6 \text{ N} + 2 \text{ kg} \cdot 1,7 \text{ m/s}^2 = 23,0 \text{ N}$$

- 29.- Como A tiene más masa que C y B está en un plano horizontal, de haber movimiento, este será hacia la izquierda.

$$P_A = m_A \cdot g = 3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 29,2 \text{ N}; \quad P_C = m_C \cdot g = 1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ N};$$

$$F_{remax} = 0,05 \cdot 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 0^\circ = 4,9 \text{ N}$$

Como $P_A > P_C + F_{remax}$ habrá movimiento. Una vez que sabemos que hay movimiento necesitamos calcular F_{rc} , pues será esta fuerza la que actúe en vez F_{re} .

$$F_{rc} = 0,03 \cdot 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 0^\circ = 2,9 \text{ N}$$

De la suma de las ecuaciones escalares de cada objeto obtenemos a y de las ecuaciones de cada objeto obtenemos las tensiones de cada una de las dos cuerdas.

$$P_A - P_C - F_{rc} = 29,2 \text{ N} - 9,8 \text{ N} - 2,9 \text{ N} = 14 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow a = 1,18 \text{ m/s}^2$$

$$P_A - T_{AB} = 3 \text{ kg} \cdot 1,18 \text{ m/s}^2 \Rightarrow T_{AB} = 29,2 \text{ N} - 3,5 \text{ N} = 25,7 \text{ N}$$

$$T_{BC} - P_C = 1 \text{ kg} \cdot 1,18 \text{ m/s}^2 \Rightarrow T_{BC} = 9,8 \text{ N} + 3,5 \text{ N} = 13,3 \text{ N}$$

- 30.- $P_{TA} = m_A \cdot g \cdot \sen 45^\circ = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,71 = 34,6 \text{ N}$

$$P_{TB} = m_B \cdot g \cdot \sen 30^\circ = 4 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,5 = 19,6 \text{ N}$$

$$P_{TC} = m_C \cdot g \cdot \sen 30^\circ = 2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,87 = 17,0 \text{ N}$$

$$F_{remax} = 0,1 \cdot 4 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 30^\circ = 3,4 \text{ N}$$

Como $P_{TA} + P_{TB} > P_{TC} + F_{remax}$ habrá movimiento hacia la izquierda. Una vez que sabemos que hay movimiento necesitamos calcular F_{rc} , pues será esta fuerza la que actúe en vez F_{re} .

$$F_{rc} = 0,08 \cdot 4 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 30^\circ = 2,7 \text{ N}$$

De la suma de las ecuaciones escalares de cada objeto obtenemos a y de las ecuaciones de cada objeto obtenemos las tensiones de cada una de las dos cuerdas.

$$P_{TA} + P_{TB} - P_{TC} - F_{rc} = 34,6 \text{ N} + 19,6 \text{ N} - 17,0 \text{ N} - 2,7 \text{ N} = 11 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow a = 3,1 \text{ m/s}^2$$

$$P_{TA} - T_{AB} = 5 \text{ kg} \cdot 3,1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow T_{AB} = 34,6 \text{ N} - 15,7 \text{ N} = 18,9 \text{ N}$$

$$T_{BC} - P_{TC} = 2 \text{ kg} \cdot 3,1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow T_{BC} = 17,0 \text{ N} + 6,2 \text{ N} = 23,2 \text{ N}$$

- 31.- a) Sea 1 el objeto que cuelga y 2 el del plano inclinado; calculamos las fuerzas que están en la dirección del posible movimiento son:

$$P_1 = m_1 \cdot g = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 98 \text{ N}; \quad P_{T2} = m_2 \cdot g = 15 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \sen 20^\circ = 50,3 \text{ N};$$

Como $P_1 > P_{T2}$ el movimiento se producirá hacia la derecha, con el que el cuerpo de 10 kg hará subir al de 15 kg.

$$P_1 - T = 10 \text{ kg} \cdot a ; T - P_{T2} = 15 \text{ kg} \cdot a$$

$$\text{Sumando ambas ecuaciones tendremos: } 98 \text{ N} - 50,3 \text{ N} = 25 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow a = 1,9 \text{ m/s}^2$$

Sustituyendo a en cualquiera de las otras ecuaciones obtenemos que: $T = 79 \text{ N}$.

b) Calculamos la fuerza de rozamiento cinético: $F_{rc} = 0,3 \cdot 15 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 20^\circ = 41,4 \text{ N}$

Las ecuaciones para cada objeto ahora son: $P_1 - T = 10 \text{ kg} \cdot a ; T - P_{T2} - F_{rc} = 15 \text{ kg} \cdot a$

Sumando: $P_1 - P_{T2} - F_{rc} = 98 \text{ N} - 50,3 \text{ N} - 41,4 \text{ N} = 25 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow a = 0,25 \text{ m/s}^2 ; T = 95,5 \text{ N}$.

32.- Pasamos ω al sistema internacional: $\omega = \frac{60 \text{ vueltas}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{vuelta}} \times \frac{\text{min}}{60\text{s}} = \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{s}}$

En este caso T es la fuerza centrípeta:

33.- **a)** Pasamos v al sistema internacional: $v = 135 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000\text{m}}{\text{km}} \times \frac{\text{h}}{3600\text{s}} = 37,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$F_c = m \times \frac{v^2}{R} = 800 \text{ kg} \times \frac{\left(33,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{100 \text{ m}} = 8890 \text{ N}$$

b) $v' = 135 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000\text{m}}{\text{km}} \times \frac{\text{h}}{3600\text{s}} = 37,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} ; F_c = m \times \frac{v'^2}{R} = 800 \text{ kg} \times \frac{\left(37,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{100 \text{ m}} = 11250 \text{ N}$

En el momento en que empieza a derrapar $F_{re} = F_c$, luego $F_{re} = 11250 \text{ N}$.

Como no tiene peralte: $N = P \Rightarrow \mu_e = \frac{F_{re}}{N} = \frac{11250 \text{ N}}{800 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,43$

34.- $v = \sqrt{\mu \times R \times g} = \sqrt{0,25 \times 90 \text{ m} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 220,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

35.- **a)** La tensión de la cuerda se descompone en sus componentes T_x que actúa como fuerza centrípeta y T_y que contrarresta el peso de la esfera:

$$T_x = T \times \sin 30^\circ = \frac{m \times v^2}{R} = \frac{m \times v^2}{0,8 \text{ m} \times \sin 30^\circ} \Rightarrow T = \frac{m \times v^2}{0,8 \text{ m} \times \sin^2 30^\circ}$$

$$T_y = T \times \cos 30^\circ = m \times g \Rightarrow T = \frac{m \times g}{\cos 30^\circ}$$

Igualando T y eliminando m : $\frac{v^2}{0,8 \text{ m} \times 0,25} = \frac{g}{0,866} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{0,8 \text{ m} \times 0,25 \times 9,8 \text{ m/s}^2}{0,866}} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

b) El periodo T (no confundir con la tensión) es el tiempo que tarda en dar una vuelta completa:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{6,28 \times 0,8 \text{ m}}{1,5 \text{ m/s}} = 3,35 \text{ s}$$

c) $\frac{v^2}{0,8 \text{ m} \times \sin^2 \alpha} = \frac{g}{\cos \alpha} \Rightarrow \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin^2 \alpha} = \frac{0,8 \text{ m} \times 9,8 \text{ m/s}^2}{(3,0 \text{ m/s})^2} = 0,871$

Llamando $x = \text{sen } \alpha$ obtenemos: $\frac{\sqrt{1-x^2}}{x^2} = 0,871 \Rightarrow \frac{1-x^2}{x^4} = 0,871^2 = 0,759$

Como sale una ecuación bicuadrada llamamos $y = x^2$ con lo que nos queda: $0,759y^2 + y - 1 = 0$

Resolviendo queda que: $y = 0,665 \Rightarrow x = 0,815 \Rightarrow \alpha = \text{arcsen } 0,815 = \mathbf{54,6^\circ}$

Soluciones a los ejercicios de los apuntes:

A.- \otimes $m \times \vec{v}_1 + m \times \vec{v}_2 = m \times \vec{v}_1 + m \times \vec{v}_2$

Descomponiendo la ecuación vectorial en dos escalares:

$$x) \quad m \times (4 + 0) \frac{m}{s} = m \times \left[\left| \vec{v}_1 \right| \times \cos 30^\circ + \left| \vec{v}_2 \right| \times \cos(-60^\circ) \right]$$

$$y) \quad m \times (0 + 0) \frac{m}{s} = m \times \left[\left| \vec{v}_1 \right| \times \text{sen } 30^\circ + \left| \vec{v}_2 \right| \times \text{sen}(-60^\circ) \right]$$

$$\text{Eliminando la masa: } 4 \frac{m}{s} = 0,866 \left| \vec{v}_1 \right| + 0,5 \left| \vec{v}_2 \right| \qquad 0 \frac{m}{s} = 0,5 \left| \vec{v}_1 \right| - 0,866 \left| \vec{v}_2 \right|$$

Resolviendo el sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas obtenemos:

$$\left| \vec{v}_1 \right| = \mathbf{3,46 \frac{m}{s}} \quad ; \quad \left| \vec{v}_2 \right| = \mathbf{2 \frac{m}{s}}$$

B.- \otimes Calculamos el valor numérico de todas las fuerzas implicadas:

$$P_{IT} = P_1 \cdot \text{sen } 30^\circ = 6 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,5 = 29,4 \text{ N}$$

$$P_{IN} = P_1 \cdot \cos 30^\circ = 6 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,866 = 50,9 \text{ N}$$

$$P_2 = 2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 19,6 \text{ N}$$

$$F_{re} = \mu_e \cdot N = \mu_e \cdot P_N = 0,12 \cdot 50,9 \text{ N} = 6,1 \text{ N}$$

Como $P_{IT} > P_2 + F_{re}$ ($29,4 \text{ N} > 19,6 \text{ N} + 6,1 \text{ N}$) **se moverá hacia la izquierda.**

C.- \otimes Calculamos el valor numérico de todas las fuerzas implicadas:

$$P_{IT} = 29,4 \text{ N}; P_{IN} = 50,9 \text{ N}; P_2 = 19,6 \text{ N}$$

$$F_{rc} = \mu_c \cdot N = \mu_c \cdot P_N = 0,10 \cdot 50,9 \text{ N} = 5,1 \text{ N}$$

$$\mathbf{1:} P_{IT} - T - F_{rc} = m_1 \cdot a \quad ; \quad 29,4 \text{ N} - T - 5,1 \text{ N} = 6 \text{ kg} \cdot a$$

$$\mathbf{2:} T - P_2 = m_2 \cdot a \quad ; \quad T - 19,6 \text{ N} = 2 \text{ kg} \cdot a$$

$$29,4 \text{ N} - 5,1 \text{ N} - 19,6 \text{ N} = (6 \text{ kg} + 2 \text{ kg}) \cdot a \quad \Rightarrow \quad a = \frac{29,4 \text{ N} - 5,1 \text{ N} - 19,6 \text{ N}}{6 \text{ kg} + 2 \text{ kg}} = \mathbf{0,059 \frac{m}{s^2}}$$

$$T = 2 \text{ kg} \cdot 0,059 \text{ m/s}^2 + 19,6 \text{ N} = \mathbf{20,8 \text{ N}}$$