

Tema III: Dinámica

3.1.- Introducción:

La **dinámica** es la parte de la Física que estudia los movimientos y sus leyes en relación con las causas que los originan, o dicho de otra manera, estudia las fuerzas en relación con los movimientos que producen.

3.1.1.- Concepto de Punto material:

En este tema consideraremos solamente el movimiento de traslación de un cuerpo, y con objeto de simplificar su estudio, nos referiremos al llamado **punto material**.

Un **punto material** es un punto geométrico (sin dimensiones) con masa, y que no presenta rotaciones ni deformaciones, siendo lo único que se puede observar en él la posición que ocupa en un instante determinado. así como sus cambios de posición respecto a un sistema de referencia.

3.1.2.- Sistema de referencia inercial:

Sistema de Referencia Inercial (SRI) es sistema de referencia fijo o en movimiento rectilíneo y uniforme (con velocidad cte.).

3.2.- Leyes de Newton:

3.2.1.- Primer Principio o Principio de inercia:

Si sobre un cuerpo no actúa fuerza alguna, o la resultante de las fuerzas que actúan sobre él es nula, el cuerpo permanece indefinidamente en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme.

3.2.2.- Segundo Principio o Principio fundamental:

Si sobre un cuerpo actúa una fuerza, o varias (Principio de superposición) cuya resultante no sea nula, se le comunica una aceleración que es directamente proporcional a la intensidad de la fuerza aplicada e inversamente proporcional a una cantidad característica del cuerpo denominada masa inerte.

Matemáticamente:
$$a = \frac{\sum F}{m}$$

Como la fuerza y la aceleración son magnitudes vectoriales, la ecuación anterior se puede expresar como:

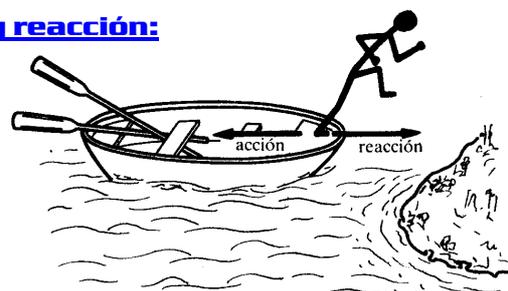
$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

teniendo en cuenta que $\vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2}\hat{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\hat{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\hat{k}$, resulta que:
$$\vec{F} = m \left[\frac{d^2x}{dt^2}\hat{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\hat{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\hat{k} \right]$$

3.2.3.- Tercer principio o principio de acción y reacción:

Si un cuerpo actúa sobre otro con una fuerza (**acción**), éste reacciona contra el primero con una fuerza igual, de la misma dirección y de sentido contrario (**reacción**).

$$\vec{F}_{\text{Acción}} = -\vec{F}_{\text{Reacción}}$$



3.4.- Fuerza y movimiento

Las fuerzas se pueden clasificar atendiendo al tiempo que dura su actuación o al valor de su módulo. En el primer caso se dividen en instantáneas y continuas, mientras que en el segundo se dividen en constantes y variables.

3.4.1.- Fuerza Instantánea: Es aquella fuerza que actúa durante un tiempo corto, que resulta inapreciable.

Las fuerzas instantáneas producen en los cuerpos movimientos rectilíneos y uniformes.

3.4.2.- Fuerza Continua: Es aquella fuerza que actúa durante un tiempo suficientemente largo como para ser medido; por ejemplo, cuando empujamos un coche.

Una fuerza continua es **constante** si conserva, mientras actúa, **la misma intensidad**, y será **variable** si su **intensidad varía**.

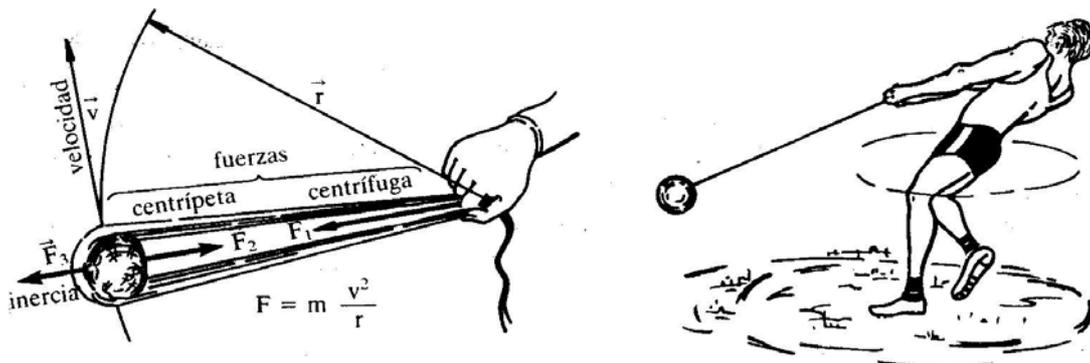
Una fuerza continua produce un movimiento variado. Si la fuerza *continua es constante*, el movimiento será *uniformemente variado o circular uniforme*, y si es *variable, variado no uniformemente*.

3.4.3.- Dinámica del movimiento circular: Fuerzas centrípeta y centrífuga. En el tema 2, hemos visto que todo punto material de masa m que describe una trayectoria circular, con velocidad cte. V , está sometido a una **aceleración radial, normal o centrípeta**, de valor $a_r = \frac{V^2}{R}$, siendo R el radio de la circunferencia descrita. Por lo tanto, según el principio fundamental, ha de existir una fuerza que origine esta aceleración. A esta fuerza, dirigida constantemente hacia el centro se la denomina **fuerza centrípeta**.

$$F_c = m \cdot a = m \cdot \frac{V^2}{R} = m \cdot \frac{(\omega \cdot R)^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot R$$

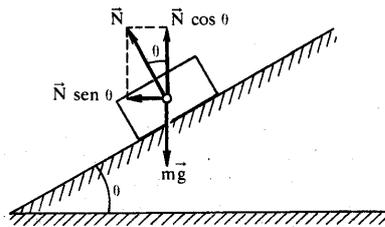
Donde T es el periodo de revolución.

Si hacemos girar una piedra sujeta a nuestra mano con una cuerda, la mano ejerce sobre la piedra una fuerza centrípeta (acción), pero de acuerdo con el tercer principio de la Dinámica, la piedra reacciona sobre la mano con una fuerza igual y de sentido contrario (fuerza centrífuga). Ambas fuerzas son reales y actúan sobre cuerpos distintos: son una pareja de fuerzas de acción y reacción.



3.4.4.- Peralte en las curvas. En las curvas, el suelo de las carreteras suele tener una cierta inclinación que recibe el nombre de **peralte** y cuya misión es aumentar la estabilidad de los coches, que se ven amenazados por la fuerza centrífuga. De no existir peralte, las ruedas patinarían, y si la curva fuese muy cerrada el coche podría llegar a volcar.

Las fuerzas que actúan sobre un coche que recorre una curva tomando como sistema de referencia la tierra son: El peso, verticalmente y hacia abajo y la reacción de la carretera.



$$N \cdot \cos \theta = m \cdot g$$

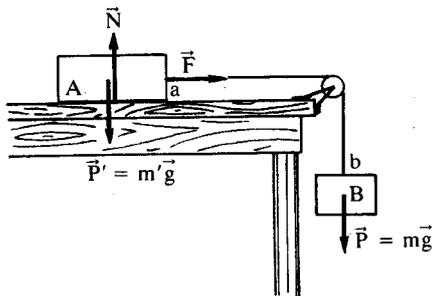
$$N \cdot \text{Sen} \theta = m \cdot a_r = m \cdot \frac{V^2}{R}$$

Si dividimos ambas expresiones obtenemos:

$$\tan \theta = \frac{V^2}{r \cdot g}$$

3.5.- Tensiones en hilos y poleas.

Los hilos y las cuerdas solo sirven para transmitir fuerzas de un cuerpo a otro, y las poleas fijas se utilizan para modificar la dirección y el sentido de las fuerzas transmitidas por los hilos.

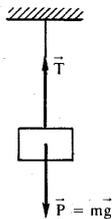


Así, por ejemplo, en la figura la cuerda ab transmite al cuerpo A la fuerza ejercida por el peso del cuerpo B, y la polea transforma en horizontal la dirección vertical de la fuerza \vec{P} .

Si aplicamos a los extremos de un hilo o cuerda dos fuerzas iguales en intensidad y de sentido contrario, el hilo se pone tenso.

Tensión de un hilo es cada una de las fuerzas que éste soporta en sus extremos.

3.5.1.- Tensión que soporta una cuerda que sujeta un cuerpo en reposo o que se mueve con velocidad cte.

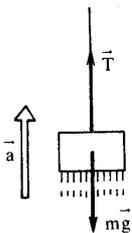


En este caso tiene que ocurrir que la fuerza neta sea nula.

Por tanto $T - P = 0$

De donde: $T = P = m \cdot g$

3.5.2.- Tensión que soporta una cuerda sujeta a un cuerpo que sube con aceleración cte.



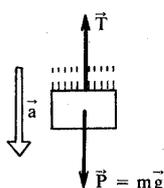
Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son las representadas en la figura. Para que exista M.R.U.A. tiene que haber una fuerza cte. \vec{T} que sea mayor que la que se opone al movimiento del cuerpo \vec{P} . Según esto:

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

De donde:

$$T = m(g + a)$$

3.5.3.- Tensión que soporta una cuerda una cuerda que cae con aceleración cte mayor que g.

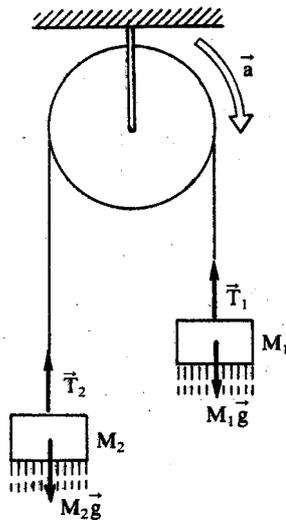


Según esto, para que el cuerpo caiga con aceleración cte. Tiene que existir una fuerza cte. Mayor que la que se opone al movimiento \vec{T} .

Por tanto en este caso:

$$T = m(g - a)$$

3.5.4.- Máquina de Atwood: Es un sistema integrado por dos cuerpos de masas m_1 y m_2 unidos por una cuerda que pasa por la garganta de una polea fija sin rozamiento.



La fuerza que produce la aceleración del sistema es la diferencia de peso entre los cuerpos, $(m_1 - m_2) \cdot \vec{g}$ (considerando que $m_1 > m_2$) y como dicha fuerza actúa sobre la masa total del sistema $m_1 + m_2$, aplicando la ecuación fundamental de la dinámica:

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

Despejando a obtenemos:

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$$

Calculemos ahora las tensiones que ejerce la cuerda a ambos lados de la polea. Como $m_1 > m_2$, el cuerpo que está situado a la derecha de la polea bajará con una aceleración a . Resulta que:

$$T_1 = m_1(g - a)$$

Y como $a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$, sustituyendo obtenemos:

$$T_1 = m_1 \left[g - \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g \right] = \frac{2 \cdot m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$$

Como el cuerpo que está situado a la izquierda sube con la misma aceleración, se deduce por tanto que:

$$T_1 = T_2$$

Las tensiones de la cuerda a ambos lados de la polea son iguales, si se desprecian las masas de la polea y de la cuerda y se considera nulo el rozamiento.

Ejemplo 1: En los extremos de una cuerda que pasa por una polea sin rozamientos se colocan dos cuerpos de 8 y 12 kg de masa respectivamente.

- Calcular la aceleración del sistema dejado en libertad.
- ¿Qué tensión soporta la cuerda?
- Calcular el tiempo que tardarán ambos cuerpos en desnivelarse 6 metros, suponiendo que en el instante inicial estaban a la misma altura.

a.) $a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g = \frac{(12 - 8) \text{ kg}}{(12 + 8) \text{ kg}} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 1,96 \text{ m/s}^2$

b.) Si consideramos el cuerpo que baja: $T = m_1(g - a) = 12 \text{ kg}(9,8 - 1,6) \text{ m/s}^2 = 94,1 \text{ N}$

Si consideramos el cuerpo que sube: $T = m_2(g + a) = 8 \text{ kg}(9,8 + 1,6) \text{ m/s}^2 = 94,1 \text{ N}$

c.) Para que el desnivel entre ambos sea de 6 metros, cada uno de ellos ha de recorrer 3 metros. Por tanto $S = \frac{1}{2} a t^2$, de donde :

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \text{ m}}{1,96 \text{ m/s}^2}} = 1,75 \text{ s}$$

3.6.- Fuerzas de Rozamiento.

Fuerza de rozamiento es toda fuerza opuesta al movimiento, la cual se manifiesta en la superficie de contacto entre dos sólidos, siempre que uno de ellos tienda a moverse sobre el otro.

Cuando una fuerza logra mover un cuerpo y éste adquiere una aceleración, ésta no corresponde a la fuerza aplicada, sino a otra fuerza que es igual a la diferencia entre la ejercida y la de rozamiento:

$$F_{\text{efectiva}} = F_{\text{aplicada}} - F_{\text{rozamiento}}$$

Leyes del rozamiento:

- El rozamiento es independiente de la velocidad de la superficie de los cuerpos en contacto.
- El rozamiento depende de la naturaleza de los cuerpos en contacto y del grado de pulimento de sus superficies.
- La fuerza de rozamiento es proporcional a la reacción normal del plano sobre el que se desliza el cuerpo.

$$F_r = \mu \cdot N$$

Donde N representa la fuerza normal de reacción del plano y μ es un coeficiente adimensional de proporcionalidad característico de las superficies en contacto y denominado **coeficiente de rozamiento**.

$$\mu = \frac{F_r}{N}$$

Coeficiente de rozamiento de un cuerpo sobre otro es la relación que existe entre la fuerza de rozamiento y la reacción normal del plano de deslizamiento sobre el cuerpo.

Se observa que hay que hacer más fuerza para iniciar el movimiento de un sólido (**rozamiento estático**) que para mantenerlo en movimiento una vez iniciado éste (**rozamiento dinámico**). De ahí que tengamos que distinguir dos coeficientes de rozamiento: **Coeficiente de rozamiento estático** y **coeficiente de rozamiento dinámico**.

- El coeficiente de rozamiento estático μ_e es mayor que el coeficiente de rozamiento dinámico μ_d .

La fuerza de rozamiento siempre actúa en sentido contrario al movimiento del cuerpo que se desliza.

3.6.1.- Movimiento de un cuerpo sobre un plano horizontal con rozamiento.

Un cuerpo en reposo sobre un plano horizontal se mantiene en equilibrio bajo la acción de dos fuerzas: Su peso y la reacción normal del plano:

$$mg - N = 0$$

Si aplicamos al cuerpo una fuerza horizontal, cuyo módulo vamos incrementando partiendo de cero, observamos que el cuerpo no inicia su movimiento hasta que la fuerza aplicada no alcance un determinado valor: ello indica la existencia de una fuerza de rozamiento que se opone a que comience el movimiento y cuyo valor es igual, en todo instante, al de la fuerza aplicada.

Si continuamos aumentando el módulo de \vec{F}_a , llegará un movimiento en que el cuerpo comenzará a moverse, y eso sucederá cuando la fuerza de rozamiento adquiera su valor máximo:

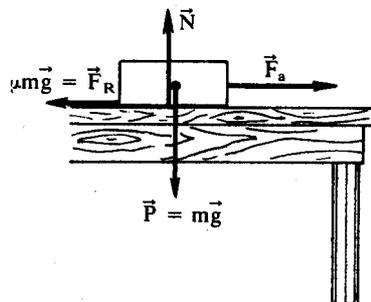
$$F_r = \mu_e \cdot N = \mu_e \cdot m \cdot g$$

Una vez que el cuerpo esté en movimiento, la fuerza de rozamiento disminuye hasta un valor:

$$F_r = \mu_d \cdot N = \mu_d \cdot m \cdot g$$

Según lo expuesto en el apartado anterior, la fuerza efectiva será igual a:

$$F_e = F_a - F_r = F_a - \mu_d \cdot m \cdot g$$



Y aplicando la ecuación fundamental de la dinámica, podemos deducir la aceleración con que se mueve el móvil:

$$F_a - \mu_d \cdot m \cdot g = ma$$

Y por lo tanto:

$$a = \frac{F_a - \mu_d \cdot m \cdot g}{m}$$

3.6.2.- Movimiento de caída de un cuerpo por un plano inclinado con rozamiento:

En este caso la fuerza que favorece el movimiento es la componente del peso en la dirección del plano, mientras que la componente perpendicular al mismo se equilibra con la reacción normal:

$$N = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

La fuerza efectiva valdrá:

$$F_e = F_a - F_r = F_a - \mu_d \cdot N = mg \cdot \text{Sen} \alpha - \mu_d \cdot m \cdot g \cdot \text{Cos} \alpha$$

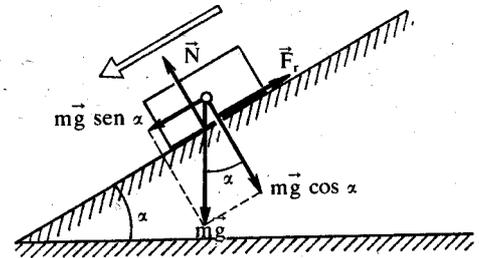
$$F_e = mg [\text{Sen} \alpha - \mu_d \cdot \text{Cos} \alpha]$$

Y aplicando la ecuación fundamental de la dinámica, obtenemos:

$$mg (\text{Sen} \alpha - \mu_d \cdot \text{Cos} \alpha) = m \cdot a$$

De donde:

$$a = g (\text{Sen} \alpha - \mu_d \cdot \text{Cos} \alpha)$$



3.6.4.- Movimiento de ascenso de un cuerpo por un plano inclinado con rozamiento:

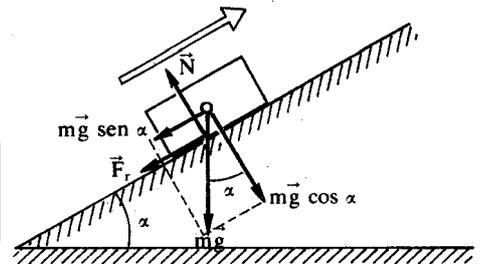
Cuando un cuerpo sube por un plano inclinado, tras haberle aplicado una fuerza instantánea inicial, tenemos:

Aplicando la ecuación fundamental de la dinámica:

$$-m \cdot g \cdot \text{Sen} \alpha - F_r = m \cdot a \quad ; \quad -m \cdot g \cdot \text{Sen} \alpha - \mu_d \cdot m \cdot g \cdot \text{Cos} \alpha = m \cdot a$$

De donde:

$$a = -g [\text{Sen} \alpha + \mu_d \cdot \text{Cos} \alpha]$$



3.6.5.- Determinación experimental del coeficiente de rozamiento:

Se coloca un cuerpo sobre un plano inclinado de pendiente variable, y a partir de la horizontal, se va aumentando poco a poco el ángulo de inclinación hasta conseguir que el cuerpo deslice con movimiento uniforme.

En este caso, la aceleración de caída es nula y podemos expresar:

$$a = g (\text{Sen} \alpha - \mu_d \cdot \text{Cos} \alpha) = 0$$

De donde:

$$\mu_d = \frac{\text{Sen} \alpha}{\text{Cos} \alpha} = \tan \alpha$$

El **coeficiente de rozamiento dinámico** μ_d entre dos superficies viene dado por la tangente del ángulo mínimo necesario para que el cuerpo deslice con **movimiento uniforme**.

Para iniciar el movimiento es necesario una inclinación mayor del plano, correspondiente al coeficiente de rozamiento estático.

$$\mu_e = \tan \alpha'$$

El **coeficiente de rozamiento estático** μ_e entre dos superficies viene dado por la tangente del ángulo mínimo necesario para iniciar el deslizamiento.

3.7.- Impulso mecánico y momento lineal

Cuanto mayor sea el tiempo que una fuerza actúa sobre un cuerpo, éste adquirirá mayor velocidad. Por tanto, la variación de velocidad no solo depende del valor de la fuerza, sino también del tiempo durante el cual actúa.

Si en la ecuación de la fuerza $\vec{F} = m\vec{a}$, tenemos en cuenta que $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$, resulta que: $\vec{F} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$,

de donde $\vec{F}\cdot dt = m\cdot d\vec{v} = d(m\vec{v})$.

Si integramos el primer miembro entre los límites t_0 y t , y el segundo entre v_0 y v , se obtiene:

$$\vec{I} = \int_{t_0}^t \vec{F}\cdot dt = \int_{v_0}^v d(m\vec{v}) = m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \vec{p} - \vec{p}_0 = \Delta\vec{p}$$

Donde \vec{I} es una magnitud física llamada **impulso mecánico**, que en el caso de que la fuerza sea independiente del tiempo tiene el valor:

$$\vec{I} = \vec{F}\cdot(t-t_0)$$

La magnitud vectorial $\vec{p} = m\vec{v}$, producto de la masa del móvil por su velocidad recibe el nombre de **momento lineal** o **cantidad de movimiento**.

- ✓ **Impulso mecánico** \vec{I} , de una fuerza que actúa sobre un cuerpo es una magnitud vectorial de la misma dirección y sentido que la fuerza y cuyo valor es el producto de la intensidad de la fuerza por el tiempo que dura su actuación.
- ✓ **Momento lineal** o **cantidad de movimiento** \vec{p} de un móvil es una magnitud vectorial de la misma dirección y sentido que la velocidad y cuyo valor es igual al producto de la masa del móvil por su velocidad.

3.7.1.- Teorema del impulso mecánico:

La expresión $\vec{I} = \Delta\vec{p}$ significa que el impulso mecánico de una fuerza es igual a la variación del momento lineal del cuerpo sobre el que actúa.

Si sobre un cuerpo de masa m , inicialmente en reposo, actúa una fuerza F durante un tiempo t , la velocidad final que adquiere será:

$$\vec{v} = \frac{\vec{F}\cdot t}{m}$$

De donde se deduce que se puede obtener la misma velocidad actuando durante un tiempo muy largo una fuerza pequeña que una fuerza intensa actuando un tiempo muy breve. En este último caso se habla de choques.

Como $\vec{I} = m\vec{v} - m\vec{v}_0$, $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}_0 + \frac{\vec{I}}{m}$, se obtiene por integración: $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0\cdot t + \frac{1}{m} \int_{t_0}^t \vec{I}\cdot dt$

Siendo \vec{r}_0 el vector de posición de la partícula en el instante t_0 y \vec{r} el vector de posición en el instante t .

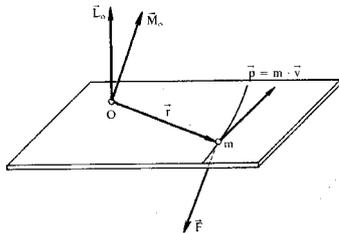
3.7.2.- Principio de conservación del momento lineal

Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, su momento lineal permanece constante.

Si $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = 0$, se ha de cumplir que $\vec{p} = \text{cte}$.

3.8.- Momento angular o cinético de una partícula

Momento angular o cinético \vec{L}_o de un móvil respecto de O es el producto vectorial del vector de posición \vec{r} de dicho móvil por su momento lineal \vec{p} .



$$\vec{L}_o = \vec{r} \wedge \vec{p} = \vec{r} \wedge m \cdot \vec{v} = m \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ x & y & z \\ v_x & v_y & v_z \end{vmatrix}$$

3.8.1.- Teorema del momento angular.

La derivada con relación al tiempo del momento angular de un móvil respecto a un punto material es igual al momento respecto del mismo punto de la fuerza total que actúa sobre el móvil.

$$\boxed{\frac{d\vec{L}_o}{dt} = \vec{M}_o}$$

En efecto, si derivamos con respecto a t la expresión $\vec{L}_o = \vec{r} \wedge m\vec{v}$, obtenemos:

$$\frac{d\vec{L}_o}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{r} \wedge m\vec{v}) = \frac{d\vec{r}}{dt} \wedge m\vec{v} + \vec{r} \wedge \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \vec{v} \wedge m\vec{v} + \vec{r} \wedge \frac{d}{dt}(m\vec{v})$$

Como \vec{v} y $m\vec{v}$ son vectores de la misma dirección, su producto vectorial es nulo, y como $\frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \vec{F}$, entonces obtenemos:

$$\boxed{\frac{d\vec{L}_o}{dt} = \vec{r} \wedge \vec{F} = \vec{M}_o}$$

3.8.2.- Principio de conservación del momento angular.

Si el momento total de las fuerzas que actúan sobre un punto material es nulo, el momento angular permanece constante.

$$\text{Si } \frac{d\vec{L}_o}{dt} = \vec{r} \wedge \vec{F} = \vec{M}_o = 0, \text{ entonces tenemos que: } \vec{L}_o = Cte.$$

3.9.- Problemas

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

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 $1,4 \text{ m/s}^2$.

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 $v=\text{Cte}$.

d) Cuando el ascensor está a 18 m del suelo se desprende una de las lámparas del techo.

Calcular en el caso de que de que ascensor esté subiendo con $a=1,4\text{m/s}^2$ el tiempo que tardará la lámpara en chocar con el suelo.

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?

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.

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

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.

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.

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.

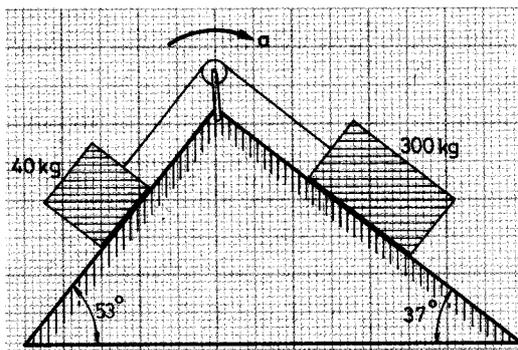
a) Si el primer bloque lo separamos del de 900 gr y lo unimos al bloque suspendido mediante otra cuerda, el sistema adquiere cierta aceleración. Calcular esta aceleración.

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

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/s^2 ?

13.- Un cuerpo de 100 kg se mueve sobre una superficie horizontal bajo la acción de una fuerza de 10^4 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.



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.