FUERZAS

MAGNITUDES ESCALARES Y MAGNITUDES VECTORIALES

- -Magnitud escalar: es aquella que queda perfectamente definida por el valor de su medida y la unidad correspondiente (Ej. tiempo, masa, densidad, etc.).
- -Magnitud vectorial: es aquella que para estar perfectamente definida necesita además del valor de su medida y unidad correspondiente, de una dirección y un sentido (Ej. velocidad, fuerza, etc.)

Las magnitudes vectoriales se suelen representar por un vector, esto es, un segmento orientado (flecha), siendo su longitud (módulo) proporcional a su valor, su dirección la de la recta a que pertenece y sentido el indicado por la punta de la flecha.

FUERZA

Fuerza es la causa capaz de producir en un cuerpo una deformación o una alteración del estado de movimiento (provocando una aceleración, ya sea tangencial o centrípeta). Si el cuerpo no puede moverse se producirá una deformación (esta deformación podrá ser recuperable o no dependiendo de que el cuerpo sea elástico o inelástico), si el cuerpo puede moverse se producirá una aceleración en él.

La fuerza es una magnitud vectorial ya que para estar perfectamente definida necesita de una dirección y un sentido, además de su valor y la unidad correspondiente.

FUERZAS Y DEFORMACIONES

Sólido rígido es aquel que es indeformable, es decir que la distancia entre dos puntos cualesquiera permanece inalterable al aplicarle una fuerza. Ningún cuerpo es totalmente rígido y por tanto al aplicarle una fuerza se deforman en mayor o menor grado.

Si al cesar la fuerza deformadora, recupera su forma original, se dice que el cuerpo es elástico y en caso contrario inelástico (no existen tampoco cuerpos totalmente elásticos o inelásticos).

En todo resorte o cuerpo elástico, se demuestra experimentalmente que la deformación producida por una fuerza (variación de longitud), es directamente proporcional al valor de dicha fuerza.

<u>Ley de Hooke</u>: El alargamiento que experimenta un material elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre el mismo e inversamente proporcional a una propiedad del mismo denominada constante de elasticidad"

 $\Delta x = F/K \rightarrow F = K\Delta x$ donde K= cte de elasticidad (depende del cuerpo) Δx = variación de longitud = $x - x_0$

En ocasiones se podrá ver como $F = -K\Delta x$, en ese caso el signo negativo está indicando que F es la fuerza elástica de restitución de, por ejemplo, un muelle para volver a su posición original, mientras que $F = K\Delta x$, indica que F es la fuerza que ejercemos nosotros para estirarlo.

La ley de Hooke funciona sólo dentro de ciertos límites de estiramiento (límite de elasticidad), sobrepasado éste la respuesta no es lineal y si se sobrepasa mucho se puede producir una deformación permanente en el muelle o resorte.

- -Medida de las fuerzas: Las fuerzas se pueden medir por medio de aparatos que se basan en la ley de Hooke. Estos aparatos se denominan dinamómetros.
- -Unidad internacional: Es el Newton (N) (Su definición la veremos más adelante)
- -Representación de las fuerzas: Las fuerzas, al ser magnitudes vectoriales, necesitan de una dirección y un sentido además de su valor, por ello se representan mediante flechas, de forma que la dirección queda indicada por la recta soporte de la flecha, el sentido el que indica la punta de la flecha y su valor por el tamaño del segmento de la flecha (tamaño proporcional al valor y dependiendo de la escala escogida)



COMPOSICION DE FUERZAS

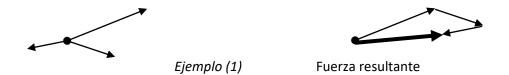
Si sobre un cuerpo puntual actúan varias fuerzas, estas pueden ser sustituidas por una única fuerza, llamada resultante, que producirá el mismo efecto. La fuerza resultante se obtiene mediante una *suma vectorial*. Gráficamente se puede obtener la resultante de dos o más fuerzas mediante:

a) Regla del paralelogramo: Desde el extremo de cada una de las fuerzas se traza una paralela a la otra fuerza. La resultante será la fuerza que une el punto común de acción con el punto de corte de las paralelas



Cuando existen más de dos fuerzas resulta más sencillo aplicar la siguiente regla.

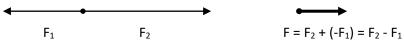
b) Regla del polígono. Para obtener la suma vectorial, basta con dibujar en primer lugar a una cualquiera de ellas y, a continuación, dibujar otra de forma que su origen esté en el extremo de la primera. A continuación se dibuja otra de forma que su origen esté en el extremo de la última dibujada. Así hasta dibujar todas las fuerzas, teniendo en cuenta que al dibujar cada una debemos mantener su módulo, dirección y sentido. La resultante será la fuerza que tenga por origen el origen de la primera y por extremo el extremo de la última.



-<u>Fuerzas con igual dirección y sentido</u>: su resultado es una fuerza igual a la suma de las fuerzas y con dirección y sentido el de ellas.



-<u>Fuerzas con igual dirección y sentidos contrarios</u>: su resultado es una fuerza igual a la suma algebraica de ellas (es decir, cada una con su signo), con igual dirección, y sentido el de las fuerzas que más sumen en un sentido.



-<u>Fuerzas concurrentes</u>: son aquellas que tienen distintas direcciones, pero ellas o sus prolongaciones se cortan en un punto. Su resolución corresponde al *ejemplo (1)*.

DESCOMPOSICIÓN DE FUERZAS

Con frecuencia, para resolver problemas conviene realizar la operación contraria a la anteriormente descrita, es decir, descomponer una fuerza en otras dos, pero en estos casos interesa descomponerla en dos fuerzas perpendiculares entre si.

Para ello aplicaremos el teorema de Pitágoras y las proyecciones trigonométricas:

$$F_{x} = F \cos \alpha$$
 Fy = F sen α

EQUILIBRIO DE FUERZAS (equilibrio de traslación)

Una lámpara que cuelga, un cuerpo que se mantiene colgado de un muelle, un coche que circula a velocidad constante, etc son situaciones de fuerzas en equilibrio:

Un cuerpo está en equilibrio de traslación cuando está en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme.

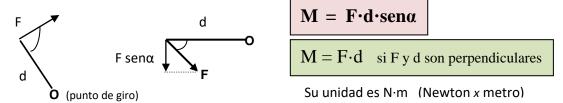
Si hay equilibrio no se modifica el estado de movimiento del cuerpo, por tanto no hay aceleración y en consecuencia la fuerza resultante sobre el cuerpo es nula: Σ **F** = **0**

MOMENTO DE UNA FUERZA RESPECTO DE UN PUNTO (también llamado torque o palanca)

De la práctica sabemos que para aflojar una tuerca usamos una llave lo más larga posible y aplicamos la fuerza perpendicularmente a la llave por el extremo más alejado. De ésta forma aprovechamos al máximo la fuerza.

Éste y otros muchos hechos nos obligan a definir una magnitud que represente la "aptitud" de una fuerza para hacer girar un cuerpo alrededor de un eje o punto. Éste valor hemos visto que depende de la distancia (perpendicular) entre el punto de aplicación y el eje de giro y del valor de la fuerza.

Momento de una fuerza respecto de un punto es un magnitud vectorial cuyo módulo es igual al producto de la fuerza perpendicular al punto de aplicación por su distancia a dicho punto..



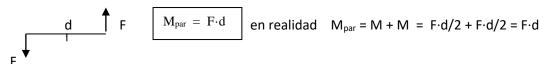
SIGNO DEL MOMENTO.

El momento de una fuerza sobre un punto (lugar de giro) hace girar éste en un sentido u otro. Si gira en sentido de las agujas del reloj el signo es negativo, contrario a las agujas del reloj es positivo (corresponde a lo que hace un sacacorchos, destornillador o llave de tuerca; cuando movemos el destornillador o un tampón de roscas en sentido de las agujas del reloj el tornillo o el tapón baja, es decir, sentido negativo.

PAR DE FUERZAS

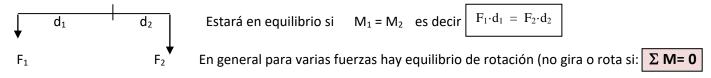
A veces la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es cero y sin embargo gira. Tal es el caso, por ejemplo, del volante de un coche. Al aplicar una fuerza con cada una de las manos el volante gira.

Se llama par de fuerzas al sistema formado por dos fuerzas paralelas iguales y de sentidos contrarios que actúan sobre el mismo cuerpo. La fuerza resultante es cero y su efecto es el de giro del cuerpo



EQUILIBRIO DE ROTACIÓN (balanza romana y balancín)

La balanza romana y el balancín se basan en el fenómeno del momento de una fuerza, de forma que estarán en equilibrio de rotación cuando los dos momentos son iguales:



Es decir, si la suma de todos los momentos es cero no habrá giro. A l momento de cada fuerza se le aplicará el signo correspondiente

CONDICIÓN GENERAL DE EQUILIBRIO

Para que un cuerpo esté en equilibrio general es necesario Σ F = 0 y Σ M= 0

DINÁMICA

Dinámica es la parte de la física que estudia los movimientos de los cuerpos atendiendo a la causa que los produce.

PRINCIPIOS DE LA DINÁMICA O LEYES DE NEWTON

- Primer principio (principio de la inercia)

Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, o la resultante de las fuerzas que actúan es nula, el cuerpo permanece en reposo o con movimiento rectilíneo y uniforme (sí ya estaba en movimiento).

$$F = m a$$

- Segundo principio (principio de acción de las fuerzas)

Experimentalmente se observa que si sobre un cuerpo, de masa m, se aplica una fuerza éste adquiere una aceleración proporcional a la fuerza aplicada de forma que:

Por tanto, si sobre un cuerpo actúa una fuerza (o varias con resultante no nula) se le comunica a éste una aceleración que es directamente proporcional a la intensidad de la fuerza e inversamente proporcional a su masa:

A la ecuación **F=ma** se le conoce como ecuación fundamental de la dinámica.

Cuando sobre un cuerpo actúan varias debemos tener en cuenta los sentidos de cada una en los correspondientes ejes (ejes x e y) lo que podemos generalizar diciendo:

$$\Sigma \mathbf{F} = \mathbf{ma}$$

teniendo en cuenta los signos de cada una de las fuerzas

- Ecuación de dimensiones:

$$F = ma = m\frac{v - v_0}{t} = m\frac{v}{t} = m\frac{s/t}{t} = \frac{ms}{t^2} = \frac{ML}{T^2} = MLT^{-2}$$

- Unidades:

En el S.I. es el Newton (N) que es la fuerza que a la masa de un kg le comunica una aceleración de 1 m/s 2 : Newton = N = Kg m/s 2

-Tercer principio (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).

A primera vista puede parecer que esas dos fuerzas deberían anularse entre si por ser iguales y de sentido contrario, pero esto no es así puesto que no actúan sobre el mismo cuerpo, una actúa sobre un cuerpo y la otra actúa sobre el otro.

Ejemplo de esto lo tenemos cuando te impulsas en una barca para saltar hacia adelante, tú irás hacia adelante y la barca irá hacia atrás. O bien, un imán y un trozo de hierro de igual masa flotando cada uno en agua sobre un corcho (iguales), si los soltamos veremos que ambos se mueven y se unen en el punto medio de la distancia que había entre ellos, es decir, el imán atrae al hierro, pero el hierro también atrae al imán (acción y reacción)

LEY DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL. PESO DE LOS CUERPOS.

Ley de la Gravitación Universal establece que la fuerza de atracción entre dos masas es directamente proporcional al producto de las mismas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa (ver cuadro)

$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Ley de la Gravitación Universal
$G = 6,67x10^{-11}Nm^2kg^{-2}$	Constante de gravitación universal
m_1, m_2	Masas de los cuerpos en cuestión
r	Distancia entre los centros de las masas

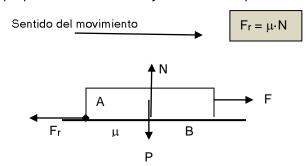
Considerando la fuerza de gravitación universal para un caso concreto, ejemplo en la superficie de un planeta tenemos que el factor G m_p/r_p^2 (m_p y r_p son masa y radio del planeta) tiene un determinado valor que denominamos g, y que para el caso de la Tierra es g = 9.8 m/s 2 . Por tanto la fuerza gravitacional que se ejerce sobre una masa m en las inmediaciones de la superficie de la Tierra será:

 $F_G = g m$ lo que usamos y escribimos como: P = mg

FUERZA DE ROZAMIENTO

Sabemos que si un mismo cuerpo lo colocamos en superficies distintas, necesitaremos en cada caso distintas fuerzas para desplazarlo. -Esto es debido a que en cada caso existe una fuerza que se opone al movimiento- esta fuerza se denomina "fuerza de rozamiento" y se manifiesta en la superficie de contacto de dos cuerpos siempre que uno se mueva o tienda a moverse sobre el otro.

La fuerza de rozamiento depende de la naturaleza de las superficies en contacto y del peso y fuerzas que perpendicularmente se ejercen sobre el plano de movimiento.



 μ es el coeficiente de rozamiento y depende de la naturaleza de las superficies entre A y B.

N es la respuesta del plano B al peso P. Pero N puede ser la respuesta del plano no sólo al peso sino al conjunto de fuerzas que actúan perpendicularmente sobre él.

F_r siempre es contraria al sentido del movimiento.

Movimiento de un cuerpo con rozamiento:

Para resolver los ejercicios se trabajará con la fórmula fundamental aplicada a los dos ejes , X e Y Veamos el caso del esquema anterior:

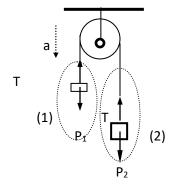
Eje Y: (Si hay rozamiento es conveniente empezar por el eje Y para obtener el valor de N)

 Σ **F** = ma \rightarrow Σ F = 0 puesto que no hay aceleración (ni movimiento) en Y

$$\Sigma F = 0 \rightarrow N - P = 0 \rightarrow N = P$$
 es decir $N = mg$

Eje X: Σ **F** = **ma** $\rightarrow \Sigma$ F = F - F_r = ma \rightarrow F - μ N = ma. Y aquí aplicamos los datos conocidos y despejamos la incógnita que nos piden. Sólo hay dos fórmulas que aplicar Σ F = ma y F_r = μ N, lo demás es aplicar los conceptos.

POLEAS FIJAS



La tensión de la cuerda es evidente que tiene que ser igual en ambos lados de la misma (una cuerda no puede estar más tensa en un lado que en otro). Si P['] es mayor que P, el sistema se moverá con aceleración "a" en la

dirección y sentido de descenso de la masa de peso P[´]. Para calcular el valor de la aceleración "a" analicemos los sistemas (1) y (2):

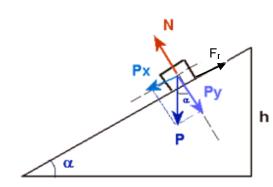
En (1) \rightarrow Si baja es porque P₁ es mayor que P₂ (ya que las tensiones son iguales) y como F_{efectiva} = F_{favor} - F_{en contra}:

Tenemos que en (1): $m_1a = P_1 - T$ es decir $m_1a = m_1g - T$ (1)

Aplicando lo mismo para (2) y teniendo en cuenta que sube: $m_2a = T^{'} - P_2$ es decir $m_2a = T - m_2g$ (2)

Sustituyendo los datos en las ecuaciones en negrilla y sumando estas podemos resolver los problemas que se planteen, ya que al sumar las ecuaciones desaparece **T** y el valor de **g** es conocido, con lo cual obtenemos el valor de **a** que luego sustituiremos en la ecuación (1) o (2) para obtener el valor de **T**. Evidentemente el problema puede variar dando otros datos y pidiendo otras incógnitas pero siempre se planteará igual.

PLANO INCLINADO



Supongamos el caso de que sólo existe el peso P $\,$ y un coeficiente de rozamiento μ que provocará la existencia de F_r

El primer paso es descomponer P en F_x y F_v :

 $F_x = P \operatorname{sen} \alpha$ $F_v = P \cos \alpha$

Aplica siempre los conceptos matemáticos de seno y coseno, no apliques nunca estas fórmulas de memoria. Las situaciones pueden cambiar y salir otras relaciones del seno y coseno.

Apliquemos ahora las leyes de la dinámica al plano inclinado:

Veamos el caso del esquema anterior:

Eje Y: (repito, si hay rozamiento es conveniente empezar por el eje Y para obtener el valor de N)

 Σ **F** = ma \rightarrow Σ F = 0 puesto que no hay aceleración (ni movimiento) en Y Σ F = 0 \rightarrow N - F_y = 0 \rightarrow N = F_y es decir N = P cos α = mg cos α

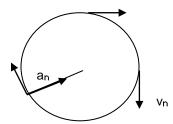
Eje X: Σ **F** = ma \rightarrow Σ F = F_x - F_r = ma \rightarrow P sen α - μ N = ma. \rightarrow mgsen α - μ N mg cos α = ma.

Y aquí aplicamos los datos conocidos y despejamos la incógnita que nos piden. Insisto, <u>sólo hay dos fórmulas que</u> <u>aplicar $\Sigma F = ma$ y $F_r = \mu N$, lo demás es aplicar conceptos físicos y matemáticos.</u>

Nota: En clase se resolverán ejercicios con varias fuerzas, pero el tratamiento será el mismo, descomponer las fuerzas que sean oblicuas a los ejes y aplicar $\Sigma F = ma$ y $F_r = \mu N$, en los ejes correspondientes.

DINÁMICA DEL MOVIMIENTO CIRCULAR.

Considera un móvil de masa m que recorre una circunferencia de radio R describiendo un movimiento circular uniforme con velocidad angular ω .



La velocidad lineal del móvil v , tiene módulo (valor) constante. Sin embargo, al ser siempre tangente a la trayectoria, cambia continuamente de dirección. Esto supone la existencia de una aceleración en la dirección radial y que apunta hacia el centro de giro: es la llamada aceleración normal o centrípeta, a_n (o a_c). El valor de esta aceleración se puede demostrar (aplicando conceptos que no corresponden a este curso) que es:

$$a_c = v^2/R$$

De acuerdo con la segunda ley de Newton, la aceleración de un cuerpo es consecuencia de las fuerzas que se ejercen sobre él. En este caso la aceleración estará provocada por una **fuerza normal** o **centrípeta**, F_n (o F_c), que es la resultante de las fuerzas que se ejercen sobre el móvil en la dirección radial y con sentido hacia el centro de giro, por tanto:

$$F_c = m \cdot a_c = m \cdot v^2 / R$$

La fuerza centrípeta es la fuerza responsable de que un cuerpo se mueva siguiendo una trayectoria circular; se representa mediante un vector dirigido hacia el centro de giro.

Es el caso de una piedra que hacemos girar, con velocidad constante, atada a una cuerda que sujetamos con la mano o planetas y satélites giran en torno al Sol o la Tierra y otros casos.