

## DINÁMICA. LEYES DE NEWTON

La DINÁMICA es la parte de la mecánica que estudia las causas que originan el movimiento de los cuerpos, y esas causas que producen movimientos son las FUERZAS.

FUERZA es toda causa capaz de alterar el estado de reposo o de movimiento de los cuerpos, o producir deformación. Se mide en NEWTONS (N)

Las fuerzas son magnitudes vectoriales y se representan con vectores (módulo, dirección y sentido). El punto de aplicación de la fuerza se coloca sobre el cuerpo que sufre la fuerza.

Fuerza Resultante: es el resultado de sumar (vectorialmente) todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo. Se simboliza por  $(\Sigma F)$  que se lee "sumatoria de fuerzas"

Solo tiene sentido sumar las fuerzas que actúan sobre un mismo cuerpo.

### Fuerza elástica. Ley de Hooke

Esta ley relaciona la fuerza ejercida sobre un sólido elástico con la deformación sufrida por este. Se aplica principalmente al caso de muelles resortes.

La fuerza deformadora que se aplica a un resorte es directamente proporcional a la deformación (alargamiento o compresión) que produce.

Podemos expresar esto matemáticamente:

$$F = K \cdot \Delta x \quad \text{como } \Delta x = x - x_0 \text{ tendremos entonces que } F = K \cdot (x - x_0)$$

donde:

- K es la constante elástica o recuperadora del muelle, característica del propio muelle y cuyas unidades son N/m en el S.I.
- F es la fuerza con la que tiramos del muelle (en Newton)
- $\Delta x$  es la longitud que se estira o comprime el muelle.

## LEYES DE NEWTON

El científico inglés Isaac Newton (1642-1727), en su obra Principios Matemáticos de la Filosofía Natural, de 1684, recoge y explica descubrimientos propios y de otros científicos anteriores (Kepler, Galileo). Define los conceptos de fuerza y masa y proporciona un procedimiento matemático para poder estudiar los movimientos y sus causas. Podemos afirmar que nace la dinámica clásica.

Las tres leyes de Newton son en realidad principios, pues son indemostrables, son sencillas y son la base sobre la que se sustenta la dinámica, y buena parte de la Física en general.

### Primera Ley (Ley de la Inercia)

Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme a menos que actúe sobre él una fuerza resultante distinta de cero que le obligue a cambiar de estado.

En términos más vulgares podemos enunciar la 1ª ley diciendo que si a una partícula no le hacemos nada, seguirá igual, si estaba quieta seguirá quieta, y si se estaba moviendo seguirá moviéndose en línea recta y con velocidad constante.

Esta tendencia que tiene el cuerpo a continuar en el estado que estaba, se llama inercia.

Ahora bien, la inercia no es ninguna fuerza, es simplemente la tendencia que tiene cualquier cuerpo a continuar tal y como estaba, y depende fundamentalmente de su masa. A mayor masa, mayor inercia pues más difícil será modificar su movimiento.

### Segunda Ley (Ley Fundamental de la Dinámica)

Cuando se aplican fuerzas sobre un cuerpo aparece una aceleración que es proporcional a la resultante de dichas fuerzas, siendo la constante de proporcionalidad la masa del cuerpo. Es decir, la resultante de todas las fuerzas aplicadas sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que producen en él.

Esta ley se expresa matemáticamente de la siguiente forma:  $\vec{\Sigma F} = m \cdot \vec{a}$

La expresión anterior es una expresión vectorial que podemos descomponer en componentes relativas a los ejes quedando de la siguiente forma:

$$\begin{cases} \Sigma F_x = m \cdot a_x \\ \Sigma F_y = m \cdot a_y \end{cases}$$

Es decir estudiaremos las fuerzas que hay sobre cada eje de nuestro sistema de referencia, en lo que llamaremos "Análisis de Fuerzas"

En la 2ª ley de Newton podemos observar que incluye y completa a la ley de la inercia, ya que si la resultante de todas las fuerzas es cero, el móvil no tendrá aceleración y por tanto continuará en reposo, o moviéndose con velocidad constante.

$$\text{Si } \vec{\Sigma F} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0 \Rightarrow \text{MRU}$$

De la fórmula de la 2ª ley obtenemos el valor de la unidad de fuerza (newton) en función de las unidades fundamentales.

$$N = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

### Tercera Ley de Newton o Principio de Acción - Reacción

Si un cuerpo "A" ejerce una fuerza sobre otro "B" (acción), entonces "B" ejerce otra fuerza sobre "A" (reacción), de igual módulo, igual dirección, y sentido opuesto.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

*Puede sorprendernos el hecho de que las dos fuerzas tengan el mismo valor. Es decir, si le damos una patada a un balón, el balón ejerce sobre nuestro pie una fuerza igual. Entonces ¿por qué el balón sale disparado y nuestro pie no sale rebotado hacia atrás? La razón hay que buscarla en la segunda ley de Newton. Las fuerzas que actúan son iguales, pero los efectos que producen (las aceleraciones) dependen también de la masa. El balón tiene mucha menos masa que nuestro pie y por tanto sufre más aceleración.*

Aunque las fuerzas de acción y reacción son iguales y de sentido contrario, nunca se anulan, ya que actúan sobre cuerpos distintos (no podemos sumarlas)

## **ALGUNAS FUERZAS PARTICULARES**

### Peso (P)

Es la fuerza con la que la Tierra (u otro cuerpo celeste) atrae un objeto. Tiene las siguientes características:

- Su dirección apunta hacia el centro de la Tierra.
- Se calcula con la expresión:  $P = mg$

- Para alturas de hasta unos pocos km sobre la superficie podemos considerar la gravedad como una constante  $g=9,8 \text{ m/s}^2$
- El punto de aplicación del peso es el centro de gravedad del cuerpo.

### Tensión (T)

Es la fuerza que ejerce una cuerda o cable tenso sobre sus extremos. Para una misma cuerda, el valor de T es el mismo en ambos extremos.

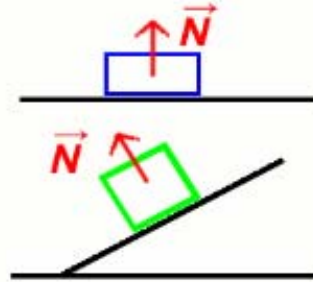
Cuando la tensión sea nula significará que la cuerda deja de estar tensa.

### Normal (N)

Es la fuerza que aparece entre dos superficies en contacto. Es la reacción de la superficie a todas las fuerzas que se ejercen sobre ella. Esta reacción explica el hecho de que el cuerpo no se hunda en la superficie.

Características:

- Es una fuerza perpendicular a la superficie de contacto y siempre va en sentido hacia fuera.
- Ya que esta fuerza se debe al contacto entre las dos superficies, desaparecerá cuando los dos cuerpos dejen de estar en contacto.



### Fuerza de Rozamiento (F<sub>R</sub>)

Es la fuerza que aparece entre dos superficies en contacto y que se opone al deslizamiento de una superficie sobre otra. Tiene la dirección del movimiento y sentido opuesto a este.

La fuerza de rozamiento entre dos superficies depende de:

- El tipo de superficie (su rugosidad)
- La intensidad del contacto (esto nos lo va a indicar el valor de la fuerza normal N)

Su expresión es  $F_R = \mu \cdot N$  donde:

$\mu$  es el coeficiente de rozamiento o de fricción, cuyo valor depende del material

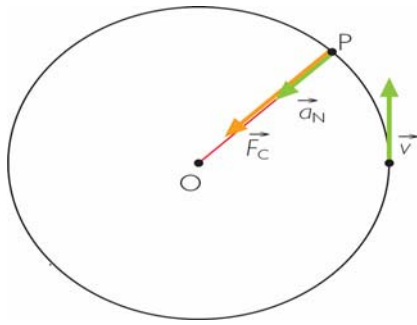
N es la fuerza normal, reacción de la superficie.

*Las superficies se mantendrán en reposo, una respecto de otra, mientras las fuerzas que tienden a desplazarlos no superen el valor máximo de la fuerza de rozamiento.*

### Fuerza centrípeta (F<sub>C</sub>)

Es una fuerza que surge en los movimientos circulares. Debido al cambio en la dirección de la velocidad surge una aceleración normal o centrípeta, con la cual aplicando la 2ª ley de Newton podemos obtener la fuerza centrípeta.

$$F_C = m \cdot a_N \quad \text{como} \quad a_N = \frac{v^2}{R} \quad \text{obtenemos que} \quad F_C = \frac{m \cdot v^2}{R}$$



La fuerza centrípeta es una fuerza central, esta dirigida en la dirección del radio hacia el centro de curvatura.

## ANÁLISIS DE FUERZAS

En dinámica, el objetivo final suele ser llegar a una ecuación de movimiento con la que poder determinar el estado de movimiento del cuerpo, calculando por ejemplo su aceleración.

Para ello hacemos lo que llamaremos "análisis de fuerzas"

Un análisis de fuerzas consiste en colocar sobre unos ejes en el cuerpo todas las fuerzas que actúan sobre él.

Posteriormente aplicaremos la 2ª ley de Newton sobre cada eje, teniendo en cuenta que aquellas fuerzas aplicadas en el sentido del movimiento serán positivas, mientras que aquellas contrarias al sentido del movimiento (como el rozamiento) serán negativas.

