T.2 DINÁMICA

ÍNDICE

TEMA 2: DINÁMICA

La **Dinámica**: es la parte de la Física que estudia el movimiento de los cuerpos y las causas que lo producen.

Pero **¿qué es lo que produce en nuestro entorno el movimiento de los objetos?**
La respuesta a la pregunta anterior es bien sencilla, **las fuerzas**. Si queremos provocar el movimiento de un objeto forzosamente tenemos que empujarlo, o lo que es lo mismo aplicarle una fuerza.

En este tema nos vamos a dedicar a estudiar las características de las fuerzas y los efectos que estas producen sobre los cuerpos.

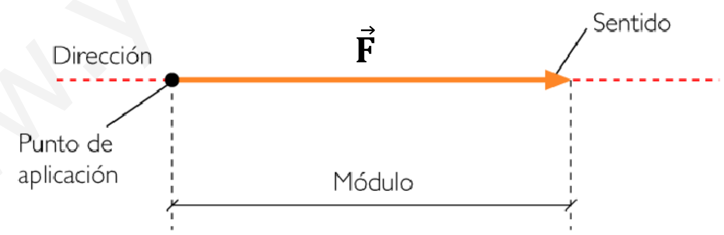
1. Concepto de fuerza ($\vec{F}$)

Por definición, **fuerza es *"toda causa capaz de provocar una aceleración o deformación en un cuerpo"*.**

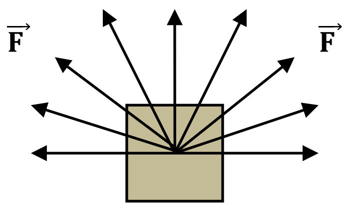
- **Características de la fuerza**

1. **Las fuerzas siempre son, como mínimo, el resultado de la interacción entre dos cuerpos**. Por ejemplo, si le damos un golpe a una canica con nuestro dedo le aplicamos una fuerza. En este caso los dos cuerpos que intervienen son la canica y nuestro dedo.

2. **La fuerza es una magnitud física vectorial que se caracteriza por cuatro cualidades:**
-Módulo. Cuantifica la intensidad de la fuerza. En el sistema internacional se mide en newtons ($[\vec{F}] = \mathbf{N}$).
-Dirección. Es la recta sobre la que se aplica la fuerza.
-Sentido. Indica hacia donde se aplica la fuerza. En una misma dirección existen dos sentidos posibles.
-Punto de aplicación. Es el punto del espacio donde se aplica la fuerza.



En la siguiente figura se ilustra como sobre un objeto se pueden aplicar fuerzas con diferentes orientaciones. Esta característica de la fuerza le atribuye su carácter vectorial. Es evidente que no podemos definir una fuerza únicamente a través de su intensidad, necesitamos especificar la orientación en la que es aplicada.



1.1 Tipos de fuerzas en el universo

En el universo existen únicamente **cuatro tipos de interacciones** que dan lugar a cuatro tipos de fuerzas:

- **Gravitatoria**

Es la interacción debida a la masa de los cuerpos. Es la responsable del movimiento de los planetas alrededor del Sol y de la caída de los objetos en la superficie terrestre.

- **Electromagnética**

Es la interacción debida a la carga eléctrica de los cuerpos. Las cargas del mismo signo se repelen mientras que las de distinto signo se atraen.

- **Nuclear fuerte**

Es una interacción de muy corto alcance y es la responsable de que los protones se mantengan unidos en el núcleo de los átomos.

- **Nuclear débil**

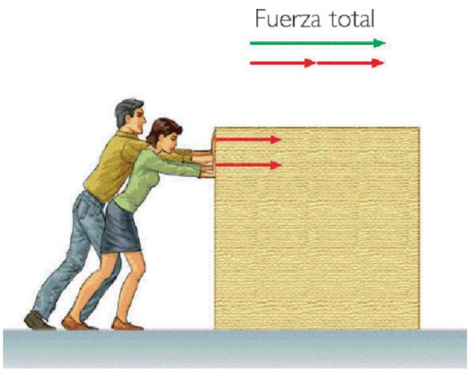
Es la responsable de las desintegraciones radiactivas que se producen en el núcleo de algunos átomos.

2. Operaciones con fuerzas

Normalmente estamos acostumbrados a trabajar con magnitudes escalares que se caracterizan con un número y sus unidades. Las fuerzas son magnitudes vectoriales y, por lo tanto, cuando queramos realizar operaciones con ellas tendremos que tener en cuenta no solo su módulo y sus unidades sino también su dirección y sentido. En los apartados siguientes vamos a aprender a realizar dos tipos de operaciones con fuerzas que resultan tremendamente útiles para estudiar los efectos que tienen las fuerzas sobre los cuerpos.

2.1 Composición de fuerzas (suma de fuerzas)

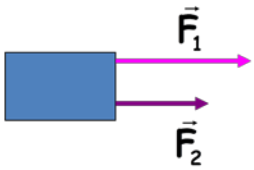
En nuestro entorno normalmente sobre un cuerpo actúan simultáneamente varias fuerzas. El efecto de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se puede analizar calculando la **fuerza total o resultante ($\vec{R}$)**. **Cuando la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es cero se dice que el cuerpo esta en equilibrio ($\vec{R} = 0\,N$)**. La fuerza resultante es la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre el objeto (ver figura de abajo). A esta operación es lo que se denomina como **composición de fuerzas**.



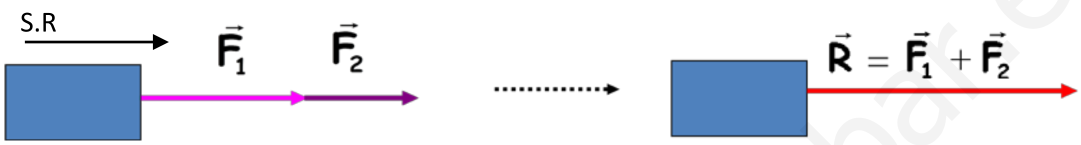
Vamos a distinguir los siguientes casos:

- **Fuerzas con la misma dirección y sentido**

Supongamos que queremos hallar el efecto que tienen dos fuerzas que tienen la misma dirección y sentido sobre un cuerpo. Una de 8 N (F_1) y otra de 6 N (F_2):



Para ello, tenemos que componer (sumar) las dos fuerzas y hallar la resultante. Lo primero que tenemos que hacer para hallar la resultante que actúa sobre el cuerpo es elegir un sistema de referencia. Supongamos que elegimos un sistema de referencia con sentido positivo hacia la derecha tal y como se muestra en la figura:

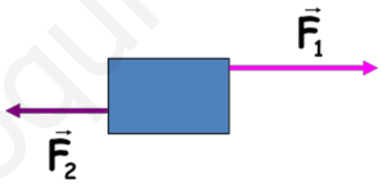


En este caso al estar dirigidas las dos fuerzas en el mismo sentido que el eje ambas son positivas y la resultante viene dada numéricamente por:

$$\mathrm{R} = \mathrm{F}_1 + \mathrm{F}_2 = 8\ \mathrm{N} + 6\ \mathrm{N} = 14\ \mathrm{N}$$

- **Fuerzas con la misma dirección y distinto sentido**

Supongamos que queremos sumar las mismas fuerzas que en el apartado anterior, pero en este caso F_2 va en sentido contrario que F_1:



De nuevo tenemos que elegir un sistema de referencia para poder sumar las fuerzas. Elegimos el mismo sistema de referencia que en el caso anterior:

Con el sistema de referencia que hemos escogido F_1 es positiva, mientras que F_2 tiene signo negativo:

$$\mathrm{R} = \mathrm{F}_1 - \mathrm{F}_2 = 8\ \mathrm{N} - 6\ \mathrm{N} = 2\ \mathrm{N}$$

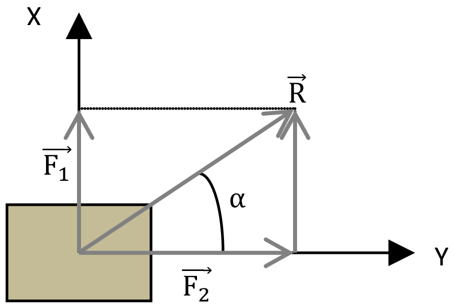
Obtenemos que el efecto neto de las dos fuerzas que actúan sobre el cuerpo es una fuerza resultante positiva de 2 N.

- **Fuerzas con direcciones perpendiculares**

En este caso vamos a aprender cómo se suman dos fuerzas con direcciones perpendiculares utilizando un ejemplo:

Ejemplo 1 → Dos cuerpos $F_1=6N$ y $F_2=8N$ están aplicadas sobre un cuerpo en direcciones perpendiculares. Calcula la resultante, gráfica y numéricamente.

Para calcular gráficamente la resultante aplicamos la regla del paralelogramo. Tendríamos la siguiente situación:



Para calcular numéricamente la resultante aplicamos el teorema de Pitágoras. El módulo de la fuerza resultante sería:

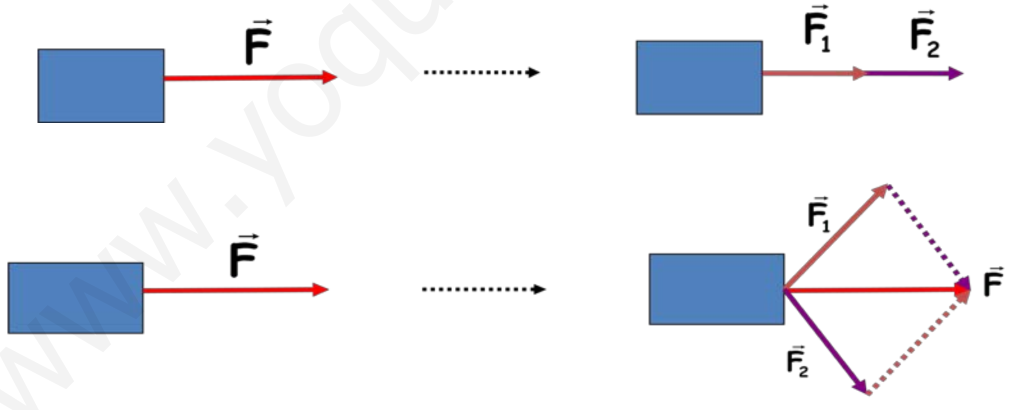
$$F = \sqrt{{F_1}^2 + {F_2}^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\ \mathrm{N}$$

Para calcular el ángulo que forma con el eje OX podemos aplicar la definición de seno en el triángulo recto de la figura:

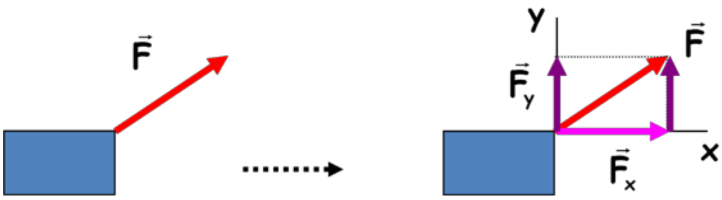
$$\sin\alpha = \frac{F_1}{F} \rightarrow \alpha = \mathrm{arcsen}\frac{F_1}{F} = 37\ º$$

2.2 Descomposición de fuerzas

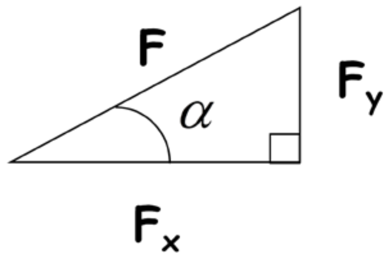
Descomponer un vector consiste en encontrar otros vectores (normalmente dos) cuya composición nos dé el vector inicial. Esencialmente, es el proceso contrario al de la composición. Veamos algunos ejemplos:



Existen infinitas formas de descomponer un vector en dos diferentes y todas son válidas. Sin embargo, nosotros nos vamos a centrar en una que resulta especialmente útil llamada **composición normal o rectangular**. En esta composición los vectores obtenidos (componentes) con perpendiculares entre sí:



Vemos como en este caso hemos descompuesto F en dos vectores perpendiculares (F_x, F_y). Si observamos la figura anterior vemos que F, F_x, F_y forman un triángulo rectángulo:



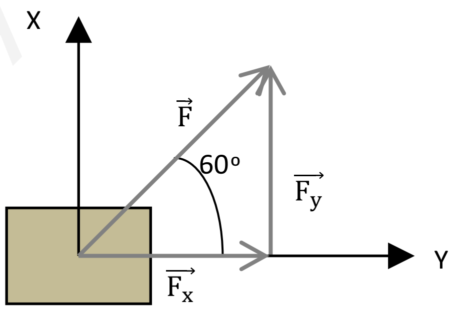
Aplicando las definiciones de seno y coseno obtenemos las dos componentes normales (F_x, F_y) de F:

$$\text{sen}\ \alpha = \frac{F_y}{F} \quad \cdots\cdots\rightarrow \quad F_y = F \cdot \text{sen}\ \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{F_x}{F} \quad \cdots\cdots\rightarrow \quad F_x = F \cdot \cos \alpha$$

<u>Ejemplo 2</u> → Calcula el valor de las componentes rectangulares de una fuerza de 50 N que forma un ángulo de 60º con el eje horizontal ¿Cómo sería la fuerza que habría que aplicar para que el sistema se encontrase en equilibrio?

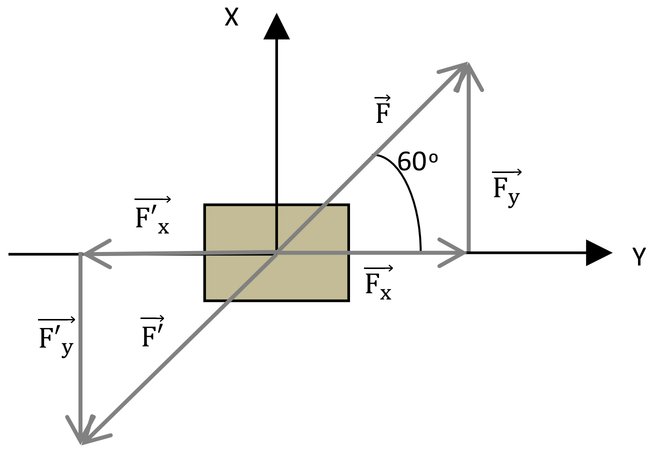
Gráficamente la situación que tenemos es la siguiente:



Tal y como hemos visto aplicando las definiciones de coseno y seno sacamos las componentes de la fuerza:

$$F_x = F \times \cos\alpha = 50\text{N} \times \cos 60° = 25\ \text{N}$$
$$F_y = F \times \sin\alpha = 50\text{N} \times \sin 60° = 43'3\ \text{N}$$

Para que el sistema este en equilibrio tendríamos que aplicar una fuerza igual pero de sentido opuesto. Gráficamente:



Tendríamos que aplicar una fuerza que tuviera las siguientes componentes:

$$F'_x = -25\ \mathrm{N}$$
$$F'_y = -43'3\ \mathrm{N}$$

3. Leyes de Newton: Las fuerzas como causa del movimiento

En 1687 Isaac Newton publica sus leyes del movimiento en tren principios que se exponen en su obra *Philosophiae naturalis pincipia mathematica*. Su obra asentaría los fundamentos de la Física clásica que permaneció vigente durante los dos siguientes siglos. Gracias a las leyes de Newton podemos comprender el movimiento de los cuerpos bajo la acción de las distintas fuerzas que existen en el universo. Posteriormente se descubrió que las leyes de Newton no son válidas en dos límites extremos:

-A velocidades cercanas a las de la luz (300.000 km/s). En estas condiciones las leyes que rigen el movimiento de los cuerpos se formulan dentro de la mecánica relativista desarrollada por Einstein.

-A escalas microscópicas. Cuando estudiamos la naturaleza a escala subatómica las leyes de Newton pierden su validez y necesitamos hacer uso de la mecánica cuántica.

3.1 Primer principio de la dinámica: principio de inercia

El principio de inercia se enuncia diciendo:

"Si sobre un cuerpo no se ejerce ninguna fuerza neta, entonces el cuerpo mantiene su estado de movimiento:
-Si estaba en reposo continua en reposo.
-Si estaba en movimiento seguirá moviéndose con MRU"

En consecuencia podemos afirmar que si un cuerpo se encuentra en reposo o en MRU este se encuentra en equilibrio y sobre él no actúa ninguna fuerza neta ($\vec{\mathbf{R}} = \mathbf{0\ N}$).

3.2 Segundo principio de la dinámica: principio de acción de fuerzas

Es el principio fundamental de la dinámica y se enuncia diciendo:

"Cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza, le provoca una aceleración de la misma dirección y sentido que la fuerza"

Matemáticamente este principio se expresa de la siguiente forma:

$$\boxed{\vec{\mathbf{F}} = \mathbf{m}\vec{\mathbf{a}}}$$

si sobre un cuerpo actúa más de una fuerza el principio matemáticamente se expresa así:

$$\boxed{\sum \vec{\mathbf{F}} = \mathbf{m}\vec{\mathbf{a}}}$$

El símbolo ∑ se llama sumatorio y se utiliza para indicar que debe realizarse una suma; en esta caso todas las fuerzas ejercidas sobre el cuerpo.

3.3 Tercer principio de la dinámica: principio de acción y reacción

Le tercera ley de Newton nos indica que las fuerzas siempre aparecen en pareja:

"Cuando un cuerpo ejerce sobre otro una fuerza llamada acción, el segundo responde con una fuerza igual y de sentido contrario llamada reacción."

Según lo anterior, las fuerzas siempre son el resultado de la interacción entre dos cuerpos. Por ejemplo, si le damos un golpe a una canica con nuestro dedo le aplicamos una fuerza. En este caso los dos cuerpos que intervienen son la canica y nuestro dedo. Nuestro dedo aplica una fuerza de acción sobre la canica y nosotros percibimos en el dedo la fuerza de reacción de la canica al ser golpeada.

4. Algunas fuerzas de interés

En los siguientes apartados vamos a estudiar las fuerzas más presentes en la naturaleza y cuyos efectos nos resultan más habituales.

4.1 El peso o fuerza de la gravedad($\vec{\mathbf{P}}$)

La fuerza de la gravedad es de todas las fuerzas de la naturaleza la más conocida ya que nos afecta constantemente. La Tierra atrae hacia su centro a todos los cuerpos. Esa fuerza de atracción hace que los cuerpos caigan al suelo si se dejan suspendidos en el aire. A esta fuerza se le conoce con el nombre de **Fuerza de la gravedad o peso:**

"El peso es la fuerza con la que la Tierra atrae a un cuerpo"

Todos los cuerpos que caen en las proximidades de la superficie de la Tierra se mueven con la aceleración de la gravedad que se representa con la letra g y equivale a:

$$\mathrm{a} = \mathrm{g} = 9'8\ \mathrm{m/s^2}$$

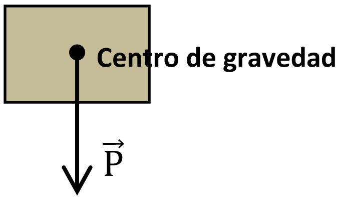
Teniendo en cuenta la segunda ley de Newton el peso de un objeto viene representado por la siguiente ecuación:

$$\vec{\mathrm{F}} = \mathrm{m}\vec{\mathrm{a}} \rightarrow \vec{\mathrm{P}} = \mathrm{m}\vec{\mathrm{g}}$$

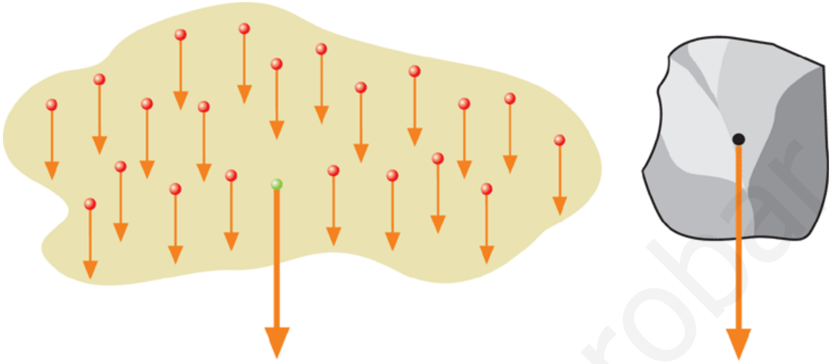
Obtenemos la expresión para la fuerza de la gravedad en las proximidades de la Tierra:

$$\boxed{\vec{\mathbf{P}} = \mathbf{m}\vec{\mathbf{g}}}$$

Es importante señalar que el punto de aplicación del peso en un cuerpo se denomina **centro de gravedad**. Si el cuerpo es homogéneo el centro de gravedad se encuentra en el centro de simetría del cuerpo tal y como se muestra en la figura:



Cuando los objetos son irregulares la situación es más complicada pero también podemos calcular el centro de gravedad:

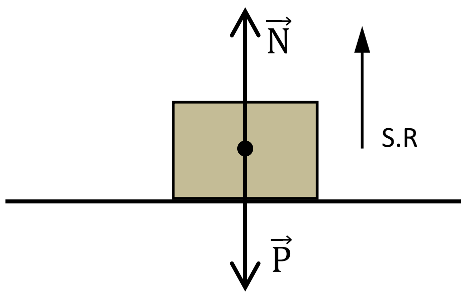


4.2 La fuerza normal ($\vec{N}$)

Se define la fuerza normal ($\vec{N}$) como la fuerza de reacción que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado sobre la misma. Según el tercer principio de la dinámica, al ser una fuerza de reacción tiene igual magnitud y dirección pero sentido opuesto a la fuerza de acción ejercida por el cuerpo sobre la superficie. La fuerza normal se aplica sobre todos los puntos de la superficie de contacto, pero para simplificar podemos considerar que se aplica sobre el centro de gravedad del cuerpo.

Podemos entender la fuerza normal con un par de ejemplos sencillos:

1. Cuerpo apoyado sobre una superficie horizontal:

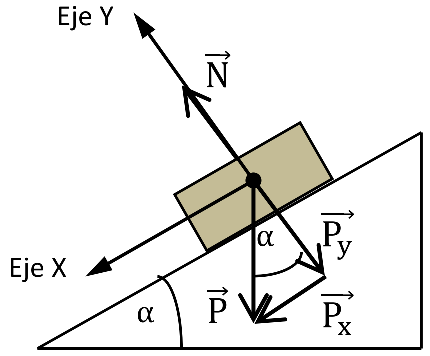


En este caso la fuerza de acción es el peso y la de reacción es la normal. Ambas fuerzas tienen el mismo módulo y dirección pero sentido opuesto. Si aplicamos la segunda ley de Newton para este objeto escogiendo un sistema de referencia positivo hacia arriba:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \rightarrow N - P = 0 \rightarrow \mathbf{N} = \mathbf{P} = \mathbf{mg}$$

Obtenemos que **el módulo de la fuerza normal es igual al peso**.

2. Cuerpo apoyado sobre una superficie inclinada:
Para hallar el valor de la normal en este caso tenemos que descomponer el peso ($\vec{P}$) en sus dos componentes rectangulares ($\vec{P_x}, \vec{P_y}$).



Según se muestra en la figura en este caso la normal tiene sentido opuesto e igual módulo y dirección que la componente $\vec{P_y}$ del peso. Aplicando la segunda ley de Newton para las fuerzas del eje Y obtenemos:

$$\sum \vec{F_y} = m\vec{a}_y \rightarrow N - P_y = 0 \rightarrow N = P_y$$

Para calcular el valor de P_y aplicamos la definición de coseno en el triangulo rectángulo formado por el peso y sus componentes rectangulares:

$$\cos\alpha = \frac{P_y}{P} \rightarrow P_y = P \times \cos\alpha$$

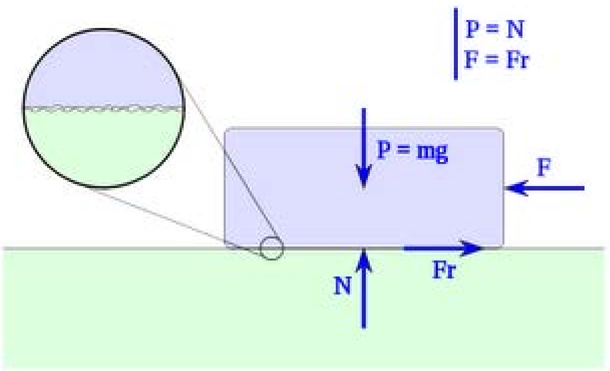
Sustituyendo el valor de P_y finalmente obtenemos el valor de la normal:

$$\mathbf{N = P \times \cos\alpha}$$

Como vemos, **en este caso la fuerza normal es igual al peso a la componente en el eje y del peso**.

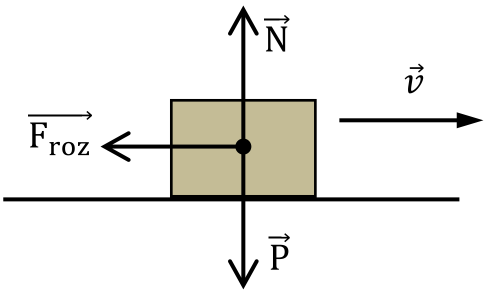
4.3 La fuerza de rozamiento ($\overrightarrow{F_{roz}}$)

La fuerza de rozamiento o fricción entre dos superficies de contacto es la fuerza que aparece paralela a las superficies de contacto y se opone al movimiento de un cuerpo respecto a otro. Se debe a las imperfecciones microscópicas entre las superficies de contacto:



Las características de la fuerza de rozamiento son:

1. Su intensidad depende de la naturaleza de las superficies en contacto (madera, hierro, etc.) y del valor de la fuerza normal de reacción.
2. Su sentido siempre se opone al movimiento. Si tenemos un bloque que se desplaza sobre una superficie con rozamiento, tenemos el siguiente diagrama de fuerzas:



3. No depende del área de las superficies en contacto.

Matemáticamente el módulo de la fuerza de rozamiento viene dado por:

$$\boxed{\mathbf{F_{roz} = \mu \times N}}$$

donde μ es el coeficiente de rozamiento que depende de la naturaleza de las superficies en contacto (ver tabla). El coeficiente de rozamiento es un número que carece de unidades (adimensional).
Es fácil darse cuenta de que tenemos que hacer una fuerza mayor para lograr que un cuerpo que está en reposo comience a moverse que la que hay que hacer para desplazarlo cuando ya se encuentra en movimiento. Por este motivo se definen dos coeficientes de rozamiento:

- $\mu_{\text{estático}}$: es el coeficiente que determina la fuerza de rozamiento cuando un objeto está en reposo y queremos moverlo.
-$\mu_{\text{dinámico}}$: es el coeficiente que permite conocer la fuerza de rozamiento que hay que vencer para que un cuerpo que está en movimiento continúe haciéndolo.

Por lo tanto se cumple que:

$$\mu_{\text{estático}} > \mu_{\text{dinámico}}$$

En la siguiente tabla se muestran algunos valores de coeficientes de rozamiento entre distintas superficies.

Materiales en contacto	$\mu_{\text{estático}}$:	$\mu_{\text{dinámico}}$:
Hielo\Hielo	0'1	0'03
Madera\Piedra	0'7	0'3
Madera\Madera	0'4	0'3
Vidrio\Vidrio	0'9	0'4
Esquí\Nieve	0'1	0'05

<u>Ejemplo 3</u> → Se aplica horizontalmente una fuerza F para desplazar un mueble de 90 kg de masa que está en reposo sobre una superficie

horizontal. Calcula la fuerza de rozamiento para cada uno de los siguientes valores de la fuerza:
a) F=260 N;
b) F=330 N
Datos=$\mu_{estático} = 0'35$; $\mu_{dinámico} = 0'25$

Al encontrarse en una superficie horizontal la fuerza normal es igual al peso:

$$N = P = mg = 90\ \mathrm{kg}\ \times 9'8\ \mathrm{m/s^2} = 882\ \mathrm{N}$$

Como el bloque se encuentra en reposo lo primero que tenemos que hacer es calcular la fuerza de rozamiento estática, que coincidiría con la mínima fuerza que tenemos que aplicar para que el bloque empiece a moverse:

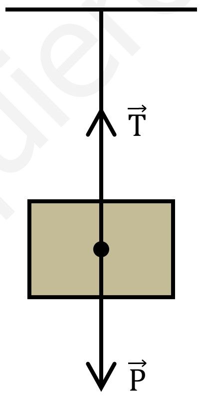
$$(F_{roz})_e = \mu_e \times N = 0'35 \times 882\ N = 308'7\ N = F_{min}$$

a) Para F = 260 N el mueble no se moverá porque F<F_{min} y la fuerza de rozamiento coincidirá con la fuerza aplicada (F_{roz}=F=260).
b) Para F=330 N, el mueble se desplazará porque F>F_{min} y como el bloque se mueve la fuerza de rozamiento será:

$$(F_{roz})_c = \mu_c \times N = 0'25 \times 882\ N = 220'5\ N$$

4.4 La tensión ($\vec{T}$)

Los hilos y las cuerdas sirven para transmitir fuerzas de un cuerpo a otro. Si en los extremos de una cuerda se aplican dos fuerzas iguales y contrarias la cuerda se pone tensa. Se denomina tensión a cada una de esas dos fuerzas que la cuerda soporta sin romperse.
Si consideramos la situación de un cuerpo que se encuentra suspendido de una cuerda que cuelga del techo, tenemos la siguiente situación:



Si aplicamos la segunda ley de Newton en este caso obtenemos:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \rightarrow T - P = 0 \rightarrow \mathbf{T = P = mg}$$

5. Las fuerzas y el movimiento

Los principios de la dinámica nos permiten predecir el tipo de movimiento que tiene un cuerpo si conocemos las fuerzas que actúan sobre él.

5.1 Movimiento rectilíneo y uniforme

Como vimos en el tema anterior, un MRU se caracteriza porque la velocidad es constante ($\vec{v} = cte$). Por lo tanto, si un objeto se desplaza con un MRU su aceleración será nula ($\vec{a} = 0\ \mathrm{m/s^2}$). La segunda ley de Newton aplicada a un objeto que se mueve con MRU es:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = 0\ \mathrm{m/s^2} \rightarrow \sum \vec{F} = 0\ \mathrm{N}$$

Desde el punto de vista de la dinámica, un objeto que se desplaza con MRU solo si no actúan fuerzas sobre él o la resultante de todas las fuerzas que actúan es cero.

5.2 Movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado

Un movimiento con MRUA se caracteriza por tener una aceleración constante ($\vec{a} = cte$). La segunda ley Newton aplicada a un objeto que se mueve con MRUA es:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = \mathrm{cte} \rightarrow \sum \vec{F} = \mathrm{cte}$$

Según lo anterior, desde el punto de vista de la dinámica un cuerpo con MRUA es aquel sobre el que actúan una o más fuerzas de manera que **la resultante sea constante y tenga la dirección del movimiento**.

Ejemplo 4 → Un bloque que tiene una masa de 750 g. Tiramos de él con una fuerza de 5 N que forma un ángulo de 30º con la horizontal. Calcula:

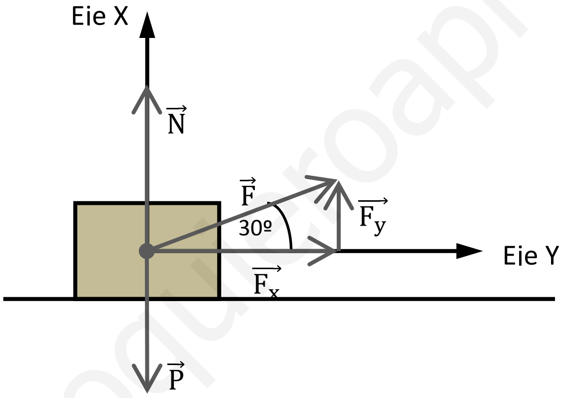
a) La aceleración que adquiere.

b) El espacio que recorre en 3 s.

c) La velocidad que tendrá después de 3 s si inicialmente estaba en reposo.

Para resolver el problema tenemos que seguir los siguientes pasos:

1. Dibujar un diagrama de fuerzas eligiendo un sistema de referencia.



2. Plantear las ecuaciones de newton para cada uno de los ejes:

$$(\text{Eje X}) \sum F_x = ma_x$$

$$(\text{Eje Y}) \sum F_y = ma_y$$

Sustituimos las fuerzas en cada uno de los ejes:

$$(\text{Eje X})\ F_x = ma_x$$

$$(\text{Eje Y})\ F_y + N - P = 0$$

Sustituimos los valores de las componentes rectangulares de la fuerza que tira de la caja:

$$(\text{Eje X})\ F\cos 30º = ma_x$$

$$(\text{Eje Y}) F\sin 30º + N - P = 0$$

3. Resolvemos los apartados utilizando las ecuaciones de Newton en cada eje y los datos del problema:

a) Solo tenemos aceleración en el eje x. Para hallarla basta despejarla de la ecuación del eje x:

$$F\cos 30º = ma_x \rightarrow \frac{F\cos 30º}{m} = a_x$$

$$a_x = \frac{F\cos 30º}{m} = 5'7\ m/s^2$$

b) Para hallar el espacio utilizamos la ecuación de la posición en un MRUA:

$$x = x_0 + v_0 \times t + \frac{a_x \times t^2}{2}$$

Como el bloque parte del reposo y hemos escogido un sistema de referencia centrado en la posición inicial del cuerpo se cumple:

$$x_0 = 0\ m$$
$$v_0 = 0\ m/s$$

Sustituyendo:

$$x = \frac{a_x \times t^2}{2} = \frac{5'7\ m/s^2 \times 3^2}{2} = 25'6\ m$$

c) Utilizamos la ecuación de la velocidad en un MRUA:

$$v = v_0 + a \times t$$
$$v = a \times t = 5'7\ m/s^2 \times 3\ s = 17'1\ m/s$$

6. El plano inclinado

El análisis dinámico del movimiento de cuerpo que se encuentra en un plano inclinado resulta de especial utilidad ya que se encuentran presentes casi todas las fuerzas explicadas en el apartado 4. Vamos a estudiar el movimiento de un cuerpo que se encuentra en un plano inclinado a través de un ejemplo.

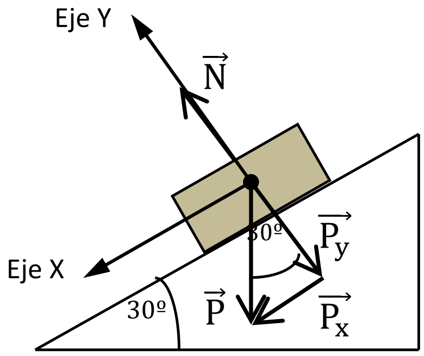
Ejemplo 4 → Por un plano inclinado que forma 30º con la horizontal desliza un cuerpo que tiene una masa de 5 kg. Suponiendo que entre el bloque y el plano inclinado no existe rozamiento, calcula:

a) Con qué aceleración desciende.
b) Qué espacio recorre en los dos primeros segundos de su movimiento.
c) Cuanto tiempo tarda en recorrer los 15 m de longitud del plano.

Para resolver el problema tenemos que seguir los siguientes pasos:

1. Representar el diagrama de fuerzas eligiendo un sistema de referencia adecuado:

El mejor sistema de referencia suele ser el que tiene su origen en la posición inicial del cuerpo y el sentido positivo del eje coincidiendo con el sentido de movimiento del cuerpo:



2. Plantear la segunda ley de Newton para las fuerzas de cada eje:

$$(\text{Eje X}) \sum F_x = ma_x$$
$$(\text{Eje Y}) \sum F_y = ma_y$$

Sustituyendo las fuerzas de cada eje las ecuaciones anteriores son:

$$(\text{Eje X})\ P_x = ma_x$$
$$(\text{Eje Y})\ N - P_y = ma_y$$

Aplicando las definiciones de seno y coseno calculamos las componentes x e y del peso:

$$P_x = P \times \sin 30º = mg \sin 30º$$
$$P_y = P \times \cos 30º = mg \cos 30º$$

Si tenemos en cuenta que la aceleración en el eje y es cero ($a_y = 0\ \mathrm{m/s^2}$) *y sustituimos las componentes del peso en las ecuaciones de Newton:*

$$(\text{Eje X})\ mg \sin 30º = ma_x$$
$$(\text{Eje Y})\ N - mg \cos 30º = 0$$

3. Resolver los apartados del problema teniendo en cuenta los datos que nos proporcionan.

Vamos a resolver apartado por apartado:

a) La aceleración del objeto la sacamos despejando de la ecuación del eje x:

$$mg \sin 30º = ma_x \rightarrow g \sin 30º = a_x$$

Finalmente obtenemos:

$$a_x = g \sin 30º = (9'8\ \mathrm{m/s^2}) \times \sin 30º = 4'9\ \mathrm{m/s^2}$$

b) La fuerza que provoca el movimiento del objeto es P_x*. Es una fuerza constante dirigida en la dirección del movimiento. Por lo tanto, el cuerpo desciende con un MRUA. Para calcular el espacio recorrido utilizamos la ecuación de la posición en un MRUA:*

$$x = x_0 + v_0 \times t + \frac{a_x \times t^2}{2}$$

Como el bloque parte del reposo y hemos escogido un sistema de referencia centrado en la posición inicial del cuerpo se cumple:

$$x_0 = 0\ \mathrm{m}$$
$$v_0 = 0\ \mathrm{m/s}$$

Sustituyendo:

$$x = \frac{a_x \times t^2}{2} = \frac{4'9\ \mathrm{m/s^2} \times 2^2}{2} = 9'8\ \mathrm{m}$$

c) Para averiguar el tiempo que tarda en recorrer la longitud del plano inclinado ($l = 15\ \mathrm{m}$) *solo tenemos que despejar el tiempo en la ecuación anterior y sustituir la longitud del plano* ($x = l$)*:*

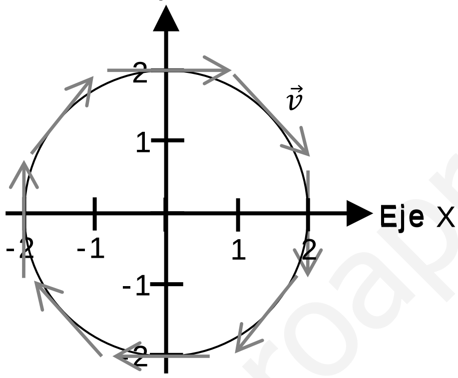
$$x = \frac{a_x \times t^2}{2} \rightarrow \frac{2\,x}{a_x} = t^2 \rightarrow \sqrt{\frac{2\,x}{a_x}} = t$$

Sustituimos los valores y hayamos el tiempo:

$$t = \sqrt{\frac{2\,x}{a_x}} = \sqrt{\frac{2\,l}{a_x}} = \sqrt{\frac{2 \times 20\ \mathrm{m}}{4'5\ \mathrm{m/s^2}}} = 2'98\ \mathrm{s}$$

7. La fuerza centrípeta en un movimiento circular uniforme

En el tema anterior vimos que un cuerpo con Movimiento Circular Uniforme (MCU) tiene una velocidad que cambia continuamente (ver sección 5.4 del tema 1). Como el vector velocidad es tangente a la trayectoria en cada punto su dirección y sentido cambian de un punto a otro de la trayectoria aunque su módulo permanezca constante tal y como se muestra en la figura:



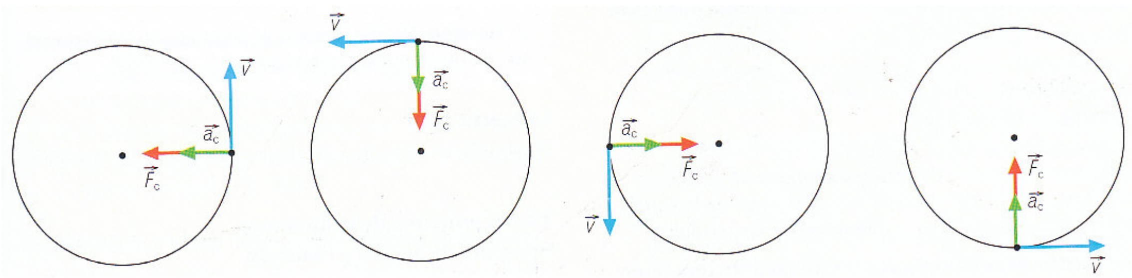
Como la velocidad cambia continuamente a lo largo de la trayectoria de un MCU esto significa que existe una aceleración. En un MCU el módulo de la velocidad no varía, por lo tanto solo existe **aceleración centrípeta**:

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

Como enuncia el segundo principio de la dinámica, si un cuerpo tiene aceleración está sometido a una fuerza. En este caso como la aceleración es centrípeta el cuerpo se encuentra sometido a la acción de una **fuerza centrípeta**:

$$\mathrm{F_c} = m a_c = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$$

Como vimos en el tema anterior la aceleración centrípeta tiene la dirección del radio y su sentido apunta al centro de la circunferencia. Por lo tanto la fuerza centrífuga también tiene esa dirección y sentido tal y como se muestra en la figura:



8. Fuerzas y deformaciones

Como ya hemos dicho, las fuerzas tienen la capacidad de provocar una aceleración o una deformación en los cuerpos. Dependiendo de la capacidad que tengan para deformarse los cuerpos pueden clasificarse en:

-Rígidos: No se deforman por la acción de una fuerza.

-Elásticos: Se deforman por la acción de una fuerza, pero recuperan su forma original cuando la fuerza desaparece.

-Plásticos: Se deforman por la acción de una fuerza pero no recuperan su forma original cuando esta deja de aplicarse, quedan deformados permanentemente.

En el siguiente apartado vamos a estudiar los efectos de las fuerzas sobre los cuerpos elásticos.

8.1 Ley de Hooke

Los muelles son cuerpos elásticos, la ley de Hooke relaciona la deformación que padece un muelle con el valor de la fuerza que se aplica para deformarlo. La ley de Hooke dice:

"cuando se aplica una fuerza a un muelle, esta le provoca una deformación directamente proporcional al ***valor*** *de la fuerza".*

Matemáticamente la ley de Hooke se escribe de la siguiente manera:

$$\boxed{F = K \times \Delta x}$$

donde:

F representa la fuerza aplicada,

K representa la constante de elasticidad del muelle. Cada muelle tiene un valor específico de esta constante. Cuanto más rígido sea un muelle menor será el valor de la constante. En el sistema internacional las constante de elasticidad se mide en newtons por metro ($[K] = \mathrm{N/m}$).

Δx repr

esenta la deformación del muelle provocada por la fuerza. Es una longitud y como tal en el sistema internacional se mide en metros.

<u>Ejemplo 1</u> → Si cuando aplicamos a un determinado muelle una fuerza de 20 N le provoca un alargamiento de 30 cm, calcula:

a) La fuerza que producirá un alargamiento de 20 cm.

b) El alargamiento producido por una fuerza de 100 N.

Para resolver el problema utilizamos la ley de Hooke. Como tenemos el dato del alargamiento (30 cm= 0'3 m) que corresponde a una determinada fuerza (100 N), calcularemos la constante elástica del muelle despejándola de la Ley de Hooke:

$$K = \frac{F}{\Delta x} = \frac{20\ \mathrm{N}}{0'3\ \mathrm{m}} = 66'7\ \mathrm{N/m}$$

Aplicando de nuevo la ley de Hooke resolvemos los apartados a) y b):

a) Para resolverlo aplicamos directamente la ley de Hooke:

$$F = K \times \Delta x = 66'7\ \mathrm{N/m}\ \times 0'2\ \mathrm{m} = 13'3\ \mathrm{N}$$

b) Despejamos la deformación del muelle de la ley de Hooke:

$$\Delta x = \frac{F}{K} = \frac{100\ \mathrm{N}}{66'7\ \mathrm{N/m}} = 1'5\ \mathrm{m}$$

EJERCICIOS DE TEORÍA

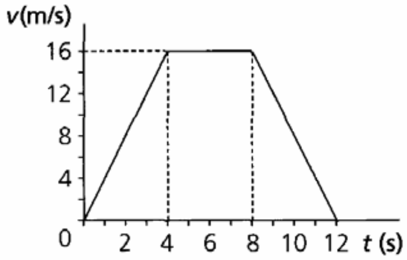
- ### Leyes de Newton

1. Si un cuerpo está en equilibrio, ¿se encuentra en reposo? Justifica la respuesta.

2. Define y explica la tercera ley de Newton. ¿Esas fuerzas de acción y reacción pueden sumarse?

3. Un móvil se desplaza con trayectoria rectilínea y a velocidad constante sobre una superficie horizontal, ¿está actuando alguna fuerza sobre él?

4. La gráfica v-t representa la variación de la velocidad de un cuerpo de 1000 g de masa con el tiempo. Representa la gráfica de la fuerza que está actuando sobre el cuerpo en cada instante.



5. ¿Es posible cambiar la dirección de un movimiento sin aplicar una fuerza? ¿Por qué?

6. ¿Puede ser curva la trayectoria de un cuerpo si no actúa ninguna fuerza sobre él?

7. Sobre un cuerpo de masa m actúa una fuerza F. Si se duplica la fuerza y la masa se reduce a 1/3 de m, ¿cómo varia la aceleración?
Sol: Aumenta seis veces.

8. Según el principio de acción y reacción ≪a toda acción le corresponde una reacción igual y de sentido opuesto≫ ¿Cómo es posible entonces que se muevan los cuerpos?

9. Dos patinadoras, una de 45 kg y otra de 60 kg, se encuentran una frente a la otra sobre una superficie sin rozamiento. Si la primera empuja a la segunda con una fuerza de 20 N, calcula la aceleración que adquiere cada una de ellas.

10. Razona la veracidad y la falsedad de las siguientes afirmaciones:
a) Si un cuerpo está en movimiento es porque actúa sobre él alguna fuerza.
b) Cuanto mayor es la velocidad de un cuerpo, mayor es la fuerza aplicada.
c) La aceleración que experimenta un cuerpo es menor cuanto mayor sea la fuerza.
d) La fuerza que ejerce un niño al dar una patada a un balón es mayor que la fuerza que el niño recibe del balón.

e) Cuando se aplica una fuerza a un cuerpo, la aceleración que adquiere es mayor cuanto mayor sea su masa.
f) La variación del movimiento de un cuerpo se debe a la fuerza que actúa sobre él.

11. Razona cuáles de las siguientes frases son falsas:
a) Si la fuerza resultante es cero, quiere decir que no actúa ninguna fuerza.
b) Un cuerpo no se mueve siempre en la dirección y sentido en que actúa la fuerza resultante.
c) La aceleración siempre tiene el mismo valor, dirección y sentido que la fuerza resultante.
d) Todos los movimientos circulares necesitan fuerza para producirse.
e) Un cuerpo en movimiento disminuye su velocidad si la fuerza resultante es nula.

12. Si la fuerza que actúa sobre una persona es cero, es falso que:
a) El cuerpo está en reposo.
b) El cuerpo lleva movimiento rectilíneo y uniforme.
c) El cuerpo está girando con velocidad constante.
d) El cuerpo está acelerando.
(Razona cada una de tus respuestas)

13. Una fuerza **F** que actúa sobre un cuerpo de masa m le comunica una aceleración **a**. Indica:
a) La fuerza necesaria para comunicar la misma aceleración a una masa tres veces mayor.
b) La aceleración que origina una fuerza F a un cuerpo del doble de masa.
c) La masa de un cuerpo necesaria para que, al aplicarle una fuerza F, este reduzca la aceleración a la mitad.
d) La aceleración que adquiere el cuerpo de masa m si le aplican dos fuerzas F, iguales, perpendiculares entre si.

14. Una nave espacial se desliza por el espacio con una velocidad constante de 20 km/s siguiendo una trayectoria rectilínea.
a) Si queremos que la nave no se pare, ¿tendremos que aplicar alguna fuerza?
b) ¿Y si queremos cambiar a una órbita circular?
c) ¿Qué sucederá si uno de los tripulantes sale de la nave y se rompe la cadena de seguridad que lo sujeta?

15. Comenta las siguientes frases, razonando su veracidad o falsedad:
a) Si un cuerpo está sometido a una fuerza constante se mueve con aceleración constante.
b) Si un cuerpo se mueve con velocidad constante, está sometido a una fuerza constante.
c) Si sobre un cuerpo hay varias fuerzas aplicadas, siempre se moverá.
d) Un coche a 120 km/h tiene el doble de fuerza que a 60 km/h.

- **Algunas fuerzas de interés**

16. Escribe las características de la **Fuerza Normal**. ¿Su módulo siempre es igual al Peso? ¿Por qué?

17. Escribe las características de la **Fuerza de Rozamiento** y su expresión matemática identificando cada miembro de dicha expresión.

18. ¿Es lo mismo masa y peso? Responde razonadamente a la pregunta.
19. Razona si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones sobre la fuerza de rozamiento:
a) No depende de la masa de los cuerpos.
b) Depende de la naturaleza de las superficies en contacto.
c) A mayor superficie de contacto, mayor rozamiento.
d) Es la misma en un plano horizontal que en un plano inclinado.

20. Arrastramos por el suelo una caja, tirando de una cuerda atada a la misma y manteniéndola paralela al suelo. Identifica las fuerzas que actúan, descríbelas y represéntalas mediante un esquema.

21. Si sobre un cuerpo situado en un plano horizontal se aplica una fuerza de módulo 45 N y la fuerza de rozamiento es de 50 N, el cuerpo se desplazará en:
a) La misma dirección y sentido que la fuerza de rozamiento.
b) La misma dirección y sentido que la fuerza aplicada.
c) No se moverá.

22. Imagina la caída libre de un objeto. ¿Qué fuerza causa ese movimiento? ¿Cuál es su punto de aplicación, su dirección y su sentido? ¿Qué está cambiando permanentemente en el movimiento como consecuencia de la actuación de dicha fuerza?

23. Si un cuerpo apoyado en un plano inclinado no se desliza, ¿qué fuerzas le mantienen en equilibrio? Represéntalas gráficamente.

24. Identifica y pinta las fuerzas que actúan sobre un coche que acelera en una carretera horizontal.
25. Un conductor pisa el acelerador en una carretera llana y recta, manteniendo la velocidad constante. ¿Cómo es posible que el coche se mueva con velocidad constante si estamos acelerando? Dibuja en un diagrama las fuerzas que actúan sobre el mismo.

26. Explica, en función de las fuerzas que actúan, por que cuando nos desplazamos sobre un monopatín y dejamos de impulsarlo, se detiene.

27. ¿Qué fuerza actúa sobre un coche cuando frena? Describe las características de dicha fuerza.

28. Identifica y dibuja las fuerzas que actúan sobre el sistema formado por un paracaidista que cae con el paracaídas abierto. Si el paracaidista desciende con velocidad constante, ¿cómo son dichas fuerzas?

29. Elige la respuesta correcta. Al sostener un libro en la mano:
a) No se ejerce ninguna fuerza, ya que no se mueve.
b) Las fuerzas que se ejercen tienen como único efecto deformarlo.
c) Las fuerzas que se ejercen tienen resultante nula, por eso no se mueve.
d) Ninguna de las respuestas es correcta.

30. Un astronauta pesa 800 N en la Tierra.
a) ¿Tendrá la misma masa en la Luna que en la Tierra?
b) ¿Pesará lo mismo en la Luna, en la que los cuerpos caen con una aceleración de 1'6 m/s^2?

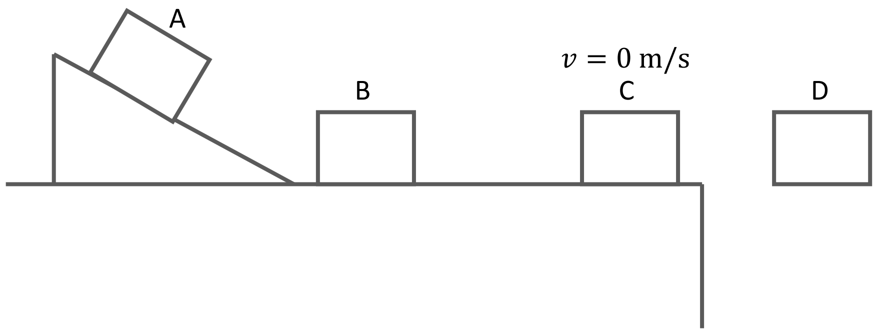
31. El valor numérico de "g" es aproximadamente 9'81, pero unas veces se expresa en m/s2 y otras en N/kg. Dar una explicación razonada. ¿Qué significa "g" en cada caso?

32. Un objeto se desliza en una superficie horizontal con rozamiento. Dibuja todas las fuerzas que actúan sobre él cuando:
a) Su velocidad es constante.
b) Su movimiento es uniformemente acelerado.

33. Dibuja y calcula la fuerza normal de un cuerpo de 10 Kg situado:
a) En una superficie horizontal.
b) Sobre un plano inclinado de 30º.
c) En caída libre.

34. Si un tren se mueve por la vía con una velocidad de 60 km/h, indica razonadamente cual de las siguientes afirmaciones es correcta:
a) Sobre el tren no está actuando ninguna fuerza porque no hay aceleración.
b) Sobre el tren solo actúa una fuerza, en la misma dirección que la velocidad.
c) Sobre el tren actúan varias fuerzas cuya resultante es nula.
d) Sobre el tren actúan varias fuerzas cuya resultante proporciona la velocidad del tren.

35. Un objeto desliza, con rozamiento, desde A hasta C, donde se para. Tras esto, es soltado desde el punto D para que caiga verticalmente. Dibuja las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo en los cuatro casos.



36. Representa las fuerzas que aparecen en las siguientes situaciones:
a) Piedra cayendo.
b) Balón rodando por el suelo.
c) Mesa del alumno.
d) Cohete ascendiendo.

- **Ley de Hooke**

37. Identifica y pinta las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que cuelga del techo unido a un muelle.

38. Disponemos de dos muelles: en el primero al colgar un peso de 10 N se produce una deformación de 2 cm, y en el segundo, al colgar el mismo peso, se produce una deformación del doble. ¿Cuál de los dos tiene mayor valor de la constante elástica?

39. Si para un muelle la constante elástica vale 2 N/m, significa que:
a) La deformación que se produce en el muelle es de 2 N.
b) Cada 2 N de fuerza que se ejercen, se deforma el muelle 2 m.
c) Cada 2 N de fuerza que se ejercen, se deforma el muelle 1 m.
d) Cada 1 N de fuerza que se ejerce, se deforma el muelle 2 m.

40. Cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas?
a) La constante de un resorte es pequeña si la fuerza para deformarlo es grande.
b) Si la constante de un resorte es pequeña, se alarga mucho con fuerzas pequeñas.
c) Para una determinada fuerza, la constante de un resorte es inversamente proporcional al alargamiento.
d) Para un mismo alargamiento, la constante es directamente proporcional a la fuerza empleada.

PROBLEMAS

- **Composición y descomposición de fuerzas**

1. Determina gráficamente la fuerza resultante de dos fuerzas de 5 y 10 N en los siguientes casos:
a) En la misma dirección y sentido.
b) Formando un ángulo de 45º.
c) Formando un ángulo de 90º.
d) Formando un ángulo de 180º.

2. La resultante de dos fuerzas aplicadas a un mismo punto que forman entre sí un ángulo de 90º tiene un módulo de 25 N. Si una de ellas tiene un módulo de 7 N, ¿Cuál es el módulo de la otra fuerza?
3. Sol: 24 N

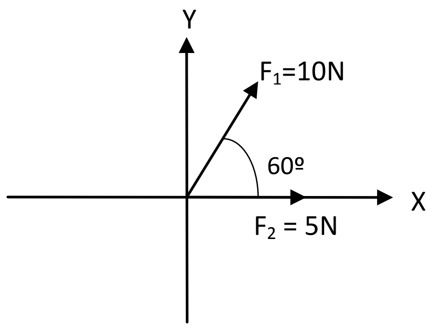
4. Dos niñas intentan mover una piedra tirando de dos cuerdas. Una tira hacia el norte con una fuerza de 3 N y la otra hacia el este con una fuerza de 4 N. ¿Con que fuerza debería tirar una única niña para conseguir el mismo efecto?
Sol: Con 5 N en dirección noroeste.

5. Determina la intensidad, dirección y sentido de una fuerza cuyas componentes rectangulares son: F_x = 3 N y F_y = 4 N.
Sol: F=5N y $\alpha = 53º$ con el eje X.

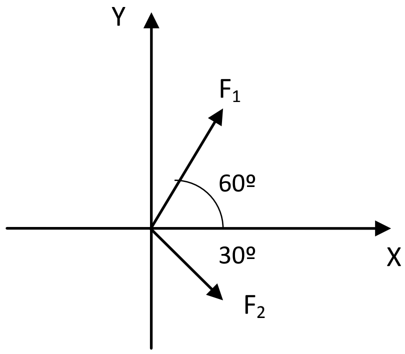
6. Dos niños tiran de dos cuerdas atadas a una caja, con una fuerza de 8 N cada uno. Si para arrastrar la caja es necesario ejercer una fuerza de 10 N, determina si serán capaces de arrastrarla cuando:
a) Tiren de las cuerdas en la misma dirección y sentido.
b) Tiren de las cuerdas en direcciones perpendiculares.
Sol: a) R=16 N; b) R=11’3 N.

7. Dos fuerzas: F1 = 6 N y F2 = 8 N, están aplicadas sobre un cuerpo. Calcula la resultante, grafica y numéricamente, en los siguientes casos:
a) Si las dos fuerzas actúan en la misma dirección y sentido.
b) Si las dos fuerzas actúan en la misma dirección y sentidos opuestos.
c) Si las dos fuerzas actúan en direcciones perpendiculares.
Sol: a) R=14N; b) R=2N; c) R=10N, $\alpha = 37º$

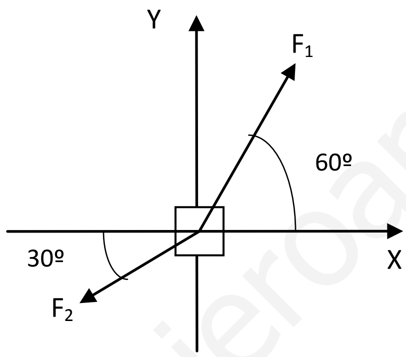
8. Calcula la resultante de las siguientes fuerzas y represéntala gráficamente.



9. Calcula el valor del módulo de la fuerza resultante F sobre un cuerpo al que se aplican dos fuerzas constantes de módulos F_1= 8N y F_2 = 4N, en la direcciones y sentidos que se indican en el dibujo. Haz otro dibujo donde aparezca también la dirección y sentido de dicha fuerza



10. Calcula el valor del módulo de la fuerza resultante $\mathbf{F_R}$ sobre un cuerpo al que se aplican dos fuerzas constantes de módulos $\mathbf{F_1}$**= 8N** y $\mathbf{F_2}$ **= 4N**, en la direcciones y sentidos que se indican en el dibujo. Haz otro dibujo donde aparezca también la dirección y sentido de dicha fuerza resultante



11. Sobre un cuerpo se aplican las siguientes fuerzas: F_1=3 N dirigida en el eje OX positivo, F_2= 3 N dirigida según el eje OY negativo. Calcula la tercera fuerza necesaria para que el sistema este en equilibrio.
Sol: 4'2 N contenido en el segundo cuadrante formando 45° con el eje OX negativo

- **<u>Fuerzas y movimiento</u>**

12. Un coche de 500 kg lleva una velocidad de 90 km/h. Calcula la fuerza necesaria para detenerlo en 20 s.

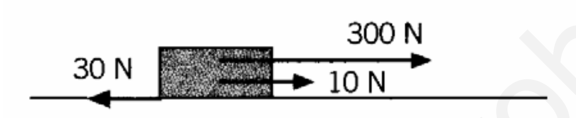
13. Se deja caer libremente un cuerpo de 100 g de masa. Suponiendo que el aire no opone ninguna resistencia y que cuando su velocidad es de 20 m/s se le opone una fuerza que detiene su caída en 4 s, .¿cuánto debe valer dicha fuerza?
Sol: 1'48 N.

14. Sobre un cuerpo de 5 kg de masa se aplica una fuerza de 50 N paralela al plano horizontal de deslizamiento. Si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es 0'1, calcula:
a) La aceleración del cuerpo.

b) La velocidad al cabo de 5 s.
c) El espacio recorrido en esos 5 s.
Sol: a) 9 m/s^2; b) 45 m/s; c) 112'5 m.

15. Determinar el valor de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo de masa 20 kg que se mueve con velocidad constante en una superficie horizontal, sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el suelo es 0'4. Si se le empuja entonces con una fuerza horizontal de 100 N, ¿qué distancia recorrerá en 2 segundos pariendo del reposo? (Tomar g=10 m/s^2)
Sol: P=200 N, N= 200 N, F_{roz}= 80 N, s= 2 m.

16. Sobre el bloque, de 40 kg de masa, se ejercen las fuerzas que aparecen en la figura. Además, la fuerza de rozamiento entre el bloque y el suelo es de 30 N. Dibuja la resultante de las fuerzas y calcula:
a) La aceleración que adquiere el bloque.
b) La velocidad que lleva después de haber recorrido 10 m.



Sol: a) 7 m/s^2; b) 11'8 m/s.

17. Un móvil de 3 kg de masa se desplaza siguiendo una trayectoria rectilínea. Se realiza sobre él una fuerza de 20 N. La fuerza de rozamiento es de 5 N.
a) Calcula la aceleración que adquiere y su velocidad al cabo de 10 segundos.
b) Si en ese momento deja de actuar la fuerza de 20 N, ¿qué espacio recorrerá hasta pararse?
Sol: a) 5 m/s^2, 50 m/s; b) 735'3 m.

18. El motor de un coche genera una fuerza motriz de 4500 N; la fuerza de rozamiento entre las ruedas y la carretera es de 1300 N. Si la masa del coche es de 860 kg, determina:
a) La velocidad que alcanzara después de 10 s si parte del reposo. Exprésala en km/h.
b) Si en ese instante la fuerza del motor cesa, ¿cuánto tiempo tardara en pararse?
Sol: a) 37'2 m/s; b) 24'6 s.

19. Sobre un cuerpo de 700 g de masa que se apoya en una mesa horizontal se aplica una fuerza de 5 N en la dirección del plano. Calcula la fuerza de rozamiento si:
a) El cuerpo adquiere una aceleración igual a 1,5 m/s^2.
b) El cuerpo se mueve con velocidad constante.
Sol: a) 3'95 N; b) 5 N.

20. Una grúa soporta el peso de un fardo de 250 kg. Calcula la tensión que soporta el cable en los siguientes casos:
a) Si lo sube con una aceleración de 2 m/s^2.

b) Si lo sube con velocidad constante.
c) Si lo mantiene en reposo.
d) Si lo baja con una aceleración de 2 m/s^2.
(Tomar g = 10 m/s^2.)
Sol: a) 3000 N; b) 2500 N; c) 2500 N; d) 2000 N.

21. Se dispara una bala de 30 g contra un bloque de madera, que está a la altura del suelo. Si la resistencia que ofrece la madera a la penetración es de 1500 N y la bala se clava hasta una profundidad de 5 cm, ¿cuál era la velocidad de la bala cuando llegó a la madera?

22. Un cochecito tiene una masa de 0.75 Kg y tiramos de él con una fuerza de 5N. Si el coeficiente de rozamiento entre el coche y el plano es de 0.4:
a) Calcula la aceleración que adquiere
b) Si el cochecito parte del reposo y en t=10 s dejamos de aplicar la fuerza de 5N. ¿Qué distancia recorrerá el carrito hasta pararse?

23. Un vehículo de 800 Kg se mueve en un tramo recto y horizontal de autovía a 72 Km/h. Si por una avería deja de funcionar el motor y se detiene a los 100 m, calcula la aceleración y la fuerza de frenado.

24. Una caja de galletas de 1000 g situada sobre una mesa es arrastrada mediante una cuerda con una fuerza de 2.5 N, siendo el coeficiente de rozamiento entre ambas superficies de 0'25. Calcula la aceleración con la que se mueve la caja en los siguientes casos:
a) La fuerza aplicada es paralela a la superficie de la mesa.
b) La fuerza aplicada forma un ángulo de 30º sobre la horizontal.
c) La fuerza forma un ángulo de 90º sobre la mesa.

25. Dos masas de 1 y 2 kg están unidas a una cuerda que pasa por una polea (sin masa).
a) Representa en un dibujo las fuerzas que actúan.
b) Calcula la aceleración que adquiere el conjunto.
Sol: b) 3'26 m/s^2

- **Fuerza centrípeta**

26. Un coche de 1000 kg de masa toma una curva de 75 m de radio a una velocidad de 72 km/h. Determina la fuerza centrípeta que actúa sobre el coche.

27. Se coloca una piedra de 600 g en una honda de 1 m. Dibuja la fuerza que hace girar la honda y calcula su módulo.

28. Una piedra de 600 g se coloca en una honda de 1 m.
a) ¿Qué fuerza habrá que hacer para que se gire a una velocidad de 4 m/s?
b) ¿A qué velocidad girará la honda si ejercemos la misma fuerza que la actividad de anterior?
c) Dibuja un esquema con todas las fuerzas que intervienen en el movimiento.

- **Plano inclinado**

29. Realiza un esquema en el que representes, mediante vectores, las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que desciende por un plano inclinado. Considera que existe rozamiento entre el cuerpo y el plano.

30. Un cuerpo de 4 Kg se sitúa en lo alto de un plano inclinado 30ª sobre la horizontal. La longitud del plano es de 5 metros. Sabiendo que el cuerpo parte del reposo, con qué velocidad llegará el cuerpo al suelo sabiendo que el coeficiente de rozamiento es 0,4. Calcula el tiempo que tarda en llegar al suelo.

31. Un cuerpo cae desde la parte más alta de un plano inclinado de ángulo 30º con la horizontal. Si la longitud del plano es de 8 metros y el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es de 0,2 calcula la velocidad con la que llega al final del plano y el tiempo que tarda en hacerlo.

32. Desde la parte más alta de un plano inclinado de ángulo 40º con la horizontal dejamos caer un cuerpo de masa 1 kg. Si la longitud del plano es de 5 metros y el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano vale 0,2 calcula:
a) La aceleración del cuerpo
b) La velocidad con la que llega al final del plano
c) El tiempo que tarda en bajar

33. Calcula la aceleración de un cuerpo de masa *m* = 1 kg que se abandona en la parte más alta de un plano inclinado que forma un ángulo de 30° con la horizontal, si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es μ=0,1.
Sol: a= 4,1 m/s^2

34. Desde la parte más alta de un plano inclinado de ángulo 40° con la horizontal dejamos caer un cuerpo. Si la longitud del plano es de 5 m y el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es μ= 0,02; calcula:
a) La aceleración del cuerpo.
b) La velocidad con la que llega al final del plano.
c) El tiempo que tarda en bajar.
Sol: a =6,15 m/s^2; b) v=7,84 m/s; c) t=1,28 m/s

35. Por el mismo plano del ejercicio anterior dejamos deslizar otro cuerpo y observamos que tarda 2 s en llegar al final del plano; calcula:
a) La aceleración del cuerpo.
b) La velocidad al final del plano.
c) El coeficiente de rozamiento entre el plano y el cuerpo.
Sol: a) a= 2,5m/s^2; b)v= 5m/s; c) μ= 0,5

36. Un bloque descansa sobre un plano inclinado que forma un ángulo α con la horizontal. El coeficiente de rozamiento cinético es de 0'5 y el estático de 0'75. Calcular:
a) El valor de α para que el bloque comience a deslizarse.

b) La aceleración cuando el bloque comenzó a deslizarse.
c) El tiempo necesario para que el bloque se deslice 6’096 m por el plano inclinado.
Sol: a) 36’9°; b) 1’95 m/s²; d) 2’5 s

- **Ley de Hooke**

37. Un cuerpo esta colgado de un muelle, de modo que la longitud del mismo cuando se cuelga un cuerpo de 6 N de peso es 5 cm. Si se le añaden 5 N más, pasa a medir 8 cm. ¿Cuál es la constante elástica del muelle?
Sol: 166’6 N/m

38. Para un muelle la constante elástica vale 15 N/cm. Si se estira con una fuerza de 30 N, la longitud que adquiere es de 20 cm. ¿Cuál es la longitud del muelle sin carga? ¿Cuánto valdrá la constante elástica si se estira con una fuerza de 15 N?
Sol: 0’18 m

39. Sobre un muelle de 20 cm de longitud se aplica una fuerza de 5 N y se estira hasta 30 cm. Calcula:
a) La deformación del muelle.
b) La constante elástica del muelle.
c) El alargamiento que producirá una fuerza de 10 N.
d) ¿Podemos asegurar que al aplicar una fuerza de 50 N el muelle se deformará 1 metro?

40. Colgamos una masa de 1 kg sobre un muelle de longitud desconocida y se estira hasta 30 cm. Si colgamos otra masa de 2 kg, el muelle se estira hasta 40 cm. Calcula:
a) La constante elástica del muelle.
b) La longitud del muelle sin estirar.
c) La fuerza que tendríamos que aplicar para que se estire hasta 50 cm.

41. El alargamiento de un resorte al suspender de su extremo libre una pesa de 20 g ha sido 1,4 cm. Calcula la constante en N/m. ¿Qué alargamiento se produce en el resorte al aplicarle una fuerza de 0,35 N?

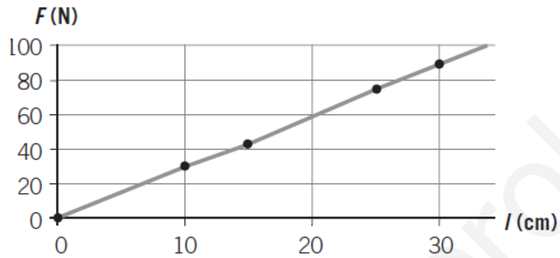
42. Al tirar de los extremos de un muelle con la fuerza de 8 N su longitud es 20 cm; y sí la fuerza es de 20 N, su longitud es 26 cm. ¿Cuánto mide el muelle sin tensión? Halla su constante y su longitud al aplicarle la fuerza de 5N.
Sol: l_o = 0’16 m; K = 200 N/m; b) K es la misma l =0’185 m.

43. Una persona pesa 36 kg. Al subirse sobre un muelle cuya l_0 = 50 cm. reduce la longitud del muelle hasta que su nueva longitud es l = 40 ¿Cuál es la constante de ese muelle? ¿Cuál será su longitud cuando suba a la plataforma otra persona de 63 kg?
Sol: K = 3528 N/m; l = 32’5 cm

44. Colgamos una masa de 1 kg sobre un muelle de longitud desconocida y se estira hasta 30 cm. Si colgamos otra masa de 2 kg, el muelle se estira hasta 40 cm. Calcula:
a) La constante elástica del muelle.
b) La longitud del muelle sin estirar.
c) La fuerza que tendríamos que aplicar para que se estire hasta 50 cm.

45. Observa la siguiente gráfica donde se representa la variación fuerza-alargamiento para un determinado muelle y calcula:
a) La constante del muelle.
b) La fuerza que correspondería a un alargamiento de 20 cm.
c) El alargamiento que produciría mediante una fuerza de 15 N.

l (cm)	0	10	15	25	30
F (N)	0	30	45	75	90



Sol: a) 3 N/cm; b) 60 N; c) 5 cm.