

FUERZAS Y MOVIMIENTOS

1 - LA CINEMÁTICA. CONCEPTO DE MOVIMIENTO.

La **CINEMÁTICA** es la parte de la Física que estudia los movimientos según sus características, pero sin tener en cuenta las causas que los producen.

Para poder definir el movimiento, se necesitan tres factores: el sistema de referencia, el móvil y el tiempo.

El **SISTEMA DE REFERENCIA** es *el punto u objeto con el cual se va a comparar la posición del objeto que se mueve*. En cualquier movimiento, el sistema de referencia está siempre inmóvil, y son los demás objetos los que se mueven con relación a él.

Ejemplo: Si observamos el volante de un automóvil que circula por una carretera, para un pasajero de dicho automóvil, el volante está en reposo, pero para un peatón que se encuentra en la acera, se está moviendo, pues ve el coche y éste se mueve.

El **MÓVIL** es *el objeto que se mueve*. En el ejemplo anterior es el volante.

El **TIEMPO** es *el intervalo de tiempo que tarda el móvil en realizar el recorrido entre dos puntos del espacio*.

Los tres factores anteriores son los que nos definen el MOVIMIENTO, que se define como: **el cambio de posición con relación a otro que tomamos como referencia**.

En general, podemos afirmar que todos los movimientos son relativos, ya que los sistemas de referencia están siempre en movimiento (la tierra, el sol, ...).

2 - CONCEPTOS DE TRAYECTORIA, DESPLAZAMIENTO Y OTRAS MAGNITUDES QUE INTERVIENEN EN EL MOVIMIENTO. ESPACIO, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN.

La **TRAYECTORIA** es *el camino que recorre el móvil en su movimiento* o también *es la línea que une el conjunto de posiciones por las que pasa un móvil en su movimiento*.

El **DESPLAZAMIENTO** es *la distancia medida en línea recta entre dos posiciones de un móvil*. El desplazamiento es el "espacio" que aparece en las fórmulas del movimiento.

La trayectoria y el desplazamiento solamente coinciden en los movimientos rectilíneos.

Ya hemos indicado que un cuerpo se mueve cuando cambia de posición con relación a otro que se ha tomado como referencia. En este "movimiento" entre esas dos posiciones intervienen varias magnitudes:

El **ESPACIO** que como hemos indicado ya, es el desplazamiento, es decir, la distancia medida en línea recta entre las dos posiciones que ocupa el móvil.

La **VELOCIDAD**, que *es la relación (cociente) entre el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo*.

En cualquier movimiento, podemos definir dos tipos de velocidades, de acuerdo con el espacio y el tiempo que se tomen.

Si tomamos los espacios y tiempos totales del movimiento, tendremos la:

VELOCIDAD MEDIA, que *es la velocidad constante que tendría que haber llevado ese móvil para recorrer el mismo espacio en el mismo tiempo*.

$$\text{VELOCIDAD MEDIA} = \frac{s_{\text{total}}}{t_{\text{total}}}$$

Se calcula dividiendo el espacio total recorrido entre el tiempo total empleado en recorrerlo.

Sin embargo, son muy pocos los movimientos que se realizan a velocidad constante; generalmente la mayoría de los movimientos experimentan cambios en su velocidad, la cual tendrá un valor diferente según el momento que se considere.

Por tanto, podemos definir la **VELOCIDAD INSTANTÁNEA**, que es *la velocidad que lleva el móvil en un momento dado*. La velocidad instantánea es la que aparece en las ecuaciones generales del movimiento.

Como es lógico, si se produce una variación en la velocidad de un móvil, se tarda un cierto tiempo en realizar esta variación.

La **ACELERACIÓN** es *la relación (cociente) que existe entre la variación de la velocidad y el tiempo empleado en realizarla*.

$$\text{ACELERACION: } a = \frac{v - v_0}{t}$$

Así, si un móvil lleva una velocidad inicial " v_0 " y al cabo de un cierto tiempo " t " lleva su velocidad es " v ", la aceleración será el cociente entre la variación de la velocidad ($v - v_0$) y el tiempo que ha empleado " t ".

Al igual que en el caso de la velocidad, podemos hablar de aceleración media, que es la que hemos definido, y la aceleración instantánea, que es el cociente entre la variación muy pequeña de la velocidad entre el tiempo, también muy pequeño, que ha tardado en efectuarlo.

(En realidad la aceleración se descompone en dos: tangencial, que es la que hemos definido, y la normal o radial, de la que no vamos a hablar este curso).

Algunas de las magnitudes que intervienen en el movimiento tienen carácter vectorial: **espacio (o desplazamiento), velocidad y aceleración**, por lo que en ellas hemos de tener siempre presentes tanto su valor numérico (módulo) como su dirección y sentido. Por ello, pueden tener signo positivo (+) cuando su sentido coincida con aquel que hemos tomado como positivo, mientras que si su sentido es contrario al tomado como positivo, aparecerán con signo menos (-).

El **tiempo**, por el contrario, es una magnitud escalar, es decir, que para quedar determinada es suficiente con el número que nos indica su valor, por lo que siempre tendrá signo positivo (+). Así, si en algún caso obtenemos un valor negativo para el tiempo, éste resultado no es real, por lo que hemos de repasar dónde tenemos el error.

UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

Espacio (longitud)..... m (metro)

Velocidad..... m/s (metro partido segundo)

Aceleración..... m/s² (metro partido segundo al cuadrado)

3 - CLASIFICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS

Según la característica del movimiento que se tenga en cuenta, podemos clasificar los movimientos en:

Según la trayectoria { *RECTILINEO (si la trayectoria es una línea recta)*
CIRCULAR (si la trayectoria es una circunferencia)
PARABOLICO (si la trayectoria es una parábola)
etc.

Según cómo varíe la velocidad { *UNIFORME (Si tiene velocidad constante; su aceleración es cero)*
UNIFORMEMENTE ACELERADO (si tiene aceleración constante)
NO UNIFORMEMENTE ACELERADO
etc.

4 - ESTUDIO CUANTITATIVO DE LOS MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS:

ECUACIONES GENERALES DEL MOVIMIENTO

Las ecuaciones generales del movimiento son aquellas que nos permiten determinar los valores de las magnitudes que intervienen en el mismo, y son las siguientes:

- **espacio inicial (s_0)**, es la distancia que ha recorrido el móvil en el momento que se empieza a contar el tiempo, en general, siempre que no se indique lo contrario, se suele comenzar a medir el espacio en el mismo momento que se empieza a medir el tiempo, por lo que el espacio inicial suele ser cero.
- **espacio final (s)**, o simplemente espacio, es el desplazamiento del móvil durante el tiempo que ha durado el movimiento. Es la distancia medida en línea recta medida desde el origen del movimiento hasta el punto en el que se encuentra el móvil al cabo del tiempo que se ha considerado.
- **velocidad inicial (v_0)**, que es la velocidad que lleva el móvil cuando se empieza a observar el movimiento, es decir, el valor de la velocidad cuando se empieza a contar el tiempo (para $t = 0$).
- **velocidad final (v)**, que es la velocidad que lleva el móvil en el momento que se termina de observar el movimiento.
- **aceleración (a)**, que es la aceleración constante que ha llevado el móvil durante el tiempo considerado. Si se trata de un móvil que cambia su aceleración, hemos de dividir el movimiento en etapas en las que la aceleración sea constante.
Si se trata de un movimiento uniforme, que tiene velocidad constante, su aceleración es cero.
- **tiempo (t)**, es el intervalo de tiempo que transcurre desde el momento que comenzamos la observación del movimiento hasta que la terminamos.

En el movimiento se tienen dos ecuaciones generales, una referida al espacio, que es la más general, y otra que nos da la velocidad, y que son:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

En todos los casos al existir una relación entre las tres magnitudes vectoriales que intervienen en el movimiento: espacio (o desplazamiento) velocidad y aceleración, se ha de definir un sentido como positivo, con el que se debe comparar el sentido de las otras magnitudes, y, si es el mismo, será positivo, pero si es de sentido contrario, será negativo. Este sentido "positivo" puede ser cualquiera, aunque **en general se toma siempre como positivo el sentido de la velocidad inicial: v_0** .

Por tanto, cualquier magnitud que lleve el mismo sentido que la velocidad inicial será positiva, mientras que si lleva sentido contrario, será negativa. Análogamente, si al calcular el valor de una determinada magnitud vectorial obtenemos un resultado positivo, nos indicará que su sentido es el mismo que el de la velocidad inicial, mientras que si obtenemos un valor negativo, su sentido es contrario al de la velocidad inicial.

Si un movimiento no tiene velocidad inicial, por partir del reposo, se suele tomar como positivo el sentido de la aceleración.

MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS

Es un ejemplo concreto de movimiento uniformemente acelerado. En él, la aceleración es la aceleración de la gravedad, que es **la aceleración que tiene cualquier cuerpo dejado libremente, debido a la atracción que ejerce la tierra sobre él. (*)**

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

La aceleración de la gravedad lleva siempre la misma dirección y el mismo sentido: **ES SIEMPRE VERTICAL Y VA DIRIGIDA HACIA ABAJO.**

Así, teniendo presente lo indicado en el apartado anterior, si se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba el sentido que tomamos como positivo es "hacia arriba", por lo que "g" será siempre negativa, y si la velocidad en un determinado momento es positiva, nos indica que en ese momento el móvil se mueve hacia arriba, pero si en

(*) Aunque el valor real de la aceleración de la gravedad es de $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, en este curso vamos a utilizar el valor de $g = 10 \text{ m/s}^2$ para facilitar los cálculos.

otro momento concreto la velocidad es negativa, nos indica que en ese otro momento el móvil se mueve hacia abajo (en sentido contrario al de la velocidad inicial).

Si tenemos ahora un cuerpo que lanzamos hacia abajo desde una ventana con una cierta velocidad inicial, tomaremos como positivo el sentido de la velocidad inicial, en este caso será positivo el sentido "hacia abajo", por lo que en este caso, "g" será también positiva, pues su sentido es "hacia abajo", el mismo que el de la velocidad inicial, que hemos fijado como positivo.

EJEMPLO:

Se lanza verticalmente hacia arriba un objeto con una velocidad inicial de 54 Km/h. Calcular a) cuanto subirá, b) ¿Cuanto tardará en llegar arriba?, c) ¿Cuanto tiempo tardará en llegar al suelo y con qué velocidad lo hará? d) ¿Qué velocidad llevará cuando se encuentre a 10 m de altura?

SOLUCIÓN

Lo primero que hemos de hacer en cualquier problema es comprobar que todos los datos están expresados en unidades del mismo sistema. En este caso tenemos:

- Velocidad inicial,
$$v_o = 54 \frac{Km}{h} = 54 \frac{1000 m}{3600 s} = 15 \frac{m}{s}$$

- aceleración:
$$g = - 10 \frac{m}{s^2}$$

donde se toma como positivo el sentido de la velocidad inicial, es decir, hacia arriba, por lo que la gravedad, cuyo sentido es siempre "hacia abajo", será negativo.

a) ¿Cuanto subirá?, b) ¿Cuanto tardará en llegar arriba?

Estos dos casos se calculan simultáneamente.

Para ello, hemos de tener en cuenta que el objeto comienza a subir y va cada vez más despacio ya que la aceleración de la gravedad hace que su velocidad disminuya; durante toda la subida, la velocidad del objeto va "hacia arriba", es decir, en el mismo sentido que la velocidad inicial, por lo que durante toda la subida la velocidad será positiva.

Cuando el objeto baja, el sentido de su velocidad es "hacia abajo", es decir negativo ya que es el sentido contrario al de la velocidad inicial.

El punto más alto es aquel en el que el objeto deja de "ir hacia arriba" para comenzar a "ir hacia abajo", es decir, que su velocidad pasará de ser positiva a ser negativa, por lo que su valor será CERO.

Por lo tanto, en este caso la velocidad final (la que tiene cuando llega al punto más alto ya que para estos dos primeros apartados solamente nos interesa la parte del movimiento comprendida entre el punto de partida y el punto más alto) será **CERO**.

Así: $v_o = 15 \text{ m/s}$
 $a = g = - 10 \text{ m/s}^2$
 $v_{\text{final}} = 0$
 $s_o = 0$
 $s = ?$ (altura)
 $t = ?$

ECUACIONES PARA ESTE MOVIMIENTO.

$$s = s_o + v_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2;; \quad s = 15 \cdot t + \frac{1}{2} (-10) \cdot t^2$$

$$v = v_o + a \cdot t \quad ;; \quad 0 = 15 + (-10) \cdot t$$

De donde: $-15 = -10 \cdot t$ y de ahí: **t = 1,5 s**

por lo que, una vez calculado el tiempo, se sustituye en la ecuación del espacio y obtendremos el desplazamiento cuando la velocidad es cero, es decir, la altura:

$$s = 15 \cdot 1,5 + \frac{1}{2} (-10) \cdot 1,5^2 ;; \quad s = 22,5 - 11,25 ;; \quad \mathbf{s = 11,25 \text{ m}}$$

c) ¿Cuanto tiempo tardará en llegar al suelo y con qué velocidad lo hará?

Cuando el móvil llegue al suelo, se encontrará a la misma altura que cuando salió, por lo que su desplazamiento (distancia al punto de partida) será cero.

Así, para este caso, los datos e incógnitas son:

$$\begin{aligned}v_o &= 15 \text{ m/s} \\ a &= g = -10 \text{ m/s}^2 \\ s_o &= 0 \\ s &= 0 \\ v_{\text{final}} &= ? \\ t &= ?\end{aligned}$$

ECUACIONES PARA ESTE MOVIMIENTO
 $s = s_o + v_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$; $0 = 15 \cdot t + \frac{1}{2}(-10) \cdot t^2$
 $0 = t \cdot (15 - 5t)$ de donde se obtienen dos valores para el tiempo **$t = 0$ y $t = 3 \text{ s}$** , de los cuales el valor $t = 0$ corresponde al momento de la partida, por lo que el dato que nos piden es **$t = 3 \text{ s}$** .

Y para calcular la velocidad de llegada, le aplicamos la ecuación general de la velocidad para un tiempo de 3 s:

$$v = v_o + a \cdot t ; ; \quad v = 15 + (-10) \cdot 3 ; \quad v = 15 - 30 ; \quad \mathbf{v = -15 \text{ m/s}}$$
. Este dato

nos indica que al llegar al suelo su velocidad tiene el mismo valor que la velocidad con la que se lanzó hacia arriba, pero su sentido es contrario por lo que irá hacia abajo.

d) ¿Qué velocidad llevará cuando se encuentre a 10 m de altura?

Los datos para el punto y momento que nos interesa (cuando se encuentre a una altura de 5 m) son:

$$\begin{aligned}v_o &= 15 \text{ m/s} \\ a &= g = -10 \text{ m/s}^2 \\ s_o &= 0 \\ s &= 10 \text{ m} \\ v_{\text{final}} &= ? \\ t &= ? \\ v_o &= 15 \text{ m/s}\end{aligned}$$

ECUACIONES PARA ESTE MOVIMIENTO
 $s = s_o + v_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$; $10 = 15 \cdot t + \frac{1}{2}(-10) \cdot t^2$
donde nos queda una ecuación de segundo grado:
 $5 \cdot t^2 - 15 \cdot t + 10 = 0$
la cual al resolverla nos da dos soluciones:
 $t = 1 \text{ s}$ y $t = 2 \text{ s}$. y al tratarse de dos valores positivos para el tiempo, ambos son válidos. Esto nos indica que se encontrará dos veces a esa altura.

Las velocidades que llevará en esos dos momentos serán:

$$\text{Cuando } t = 1 \text{ s: } \quad v = 15 - 10 \cdot 1 ; \quad v = 15 - 10 ; \quad \mathbf{v_1 = 5 \text{ m/s}}$$
 es decir que

lleva una velocidad de 5 m/s y va hacia arriba, pues al ser positivo el signo de la velocidad nos indica que tiene el mismo sentido que la velocidad inicial.

$$\text{y cuando } t = 2 \text{ s: } \quad v = 15 - 10 \cdot 2 ; \quad v = 15 - 20 ; \quad \mathbf{v = -5 \text{ m/s}}$$
 Este dato nos

indica que en este caso lleva una velocidad de 5 m/s, pero al tener signo negativo, su sentido será contrario al de la velocidad inicial, por lo que en este caso irá hacia abajo.

PROBLEMAS SOBRE MOVIMIENTO PARA RESOLVER

- 1- Un automóvil que lleva una velocidad constante recorre 200 Km en 2,0 horas, mientras que otro lo hace a 40 m/s. ¿Cual de los dos tiene mayor velocidad?
- 2- Ordenar los siguientes móviles en orden creciente de velocidad:
 - a) un automóvil que recorre 100 Km en 1 h 40 minutos.
 - b) un tren que circula a 80 Km/h
 - c) un ciclista que va a 30 m/s.
- 3- Un ciclista pasa por un punto a las 15 h 45 min, y por un punto situado a 11,4 Km a las 16 h 10 min. ¿Cual ha sido su velocidad media en ese trayecto?
- 4- Un vehículo que lleva una velocidad constante de 36 Km/h, ¿cuanto tiempo tardará en recorrer una distancia de 2700 m?
- 5- Un móvil cuya velocidad inicial es de 36 Km/h lleva un movimiento uniformemente acelerado a 2 m/s² durante 4 segundos. Determinar el espacio que recorrerá en ese tiempo así como su velocidad final.
- 6- Un vehículo lleva una velocidad de 72 Km/h cuando comienza a acelerar a 2 m/s². ¿Cuanto tiempo tardará en

duplicar su velocidad? ¿Qué espacio habrá recorrido en ese tiempo?.

- 7- Un móvil parte del reposo y acelera a razón de 2 m/s^2 hasta recorrer un espacio de 20 m. ¿Cuanto tiempo ha tardado en recorrerlo? ¿Qué velocidad llevará al final de dicho recorrido?
- 8- Un coche circula a 72 Km/h cuando frena y se para en 10 s. Determinar la aceleración del frenado, si se supone constante, así como el espacio que recorrerá hasta pararse.
- 9- ¿Con qué velocidad llegará al suelo un objeto que se ha dejado caer libremente desde una altura de 100 m?
- 10- Se lanza un objeto verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 30 m/s. Determinar la altura máxima que alcanzará así como el tiempo que tardará en llegar a ese punto más alto.
- 11- Calcular la velocidad con la que habrá que lanzar verticalmente hacia arriba un objeto para que suba 32 m.
- 12- Un coche parte del reposo con una aceleración constante de 5 m/s^2 durante 30 s. Al cabo de ese tiempo sigue moviéndose con velocidad constante durante otros 30 s. Calcular el espacio recorrido en ambas etapas, así como el espacio total. ¿Cual ha sido su velocidad media en todo ese recorrido?
- 13- Se lanza un objeto verticalmente hacia arriba con una velocidad de 20 m/s. Determinar cuanto tiempo tardará en llegar al punto más alto así como la altura a la que subirá. ¿Cuanto tiempo tardará en volver al punto de partida? ¿Con qué velocidad lo hará?
- 14- Un automóvil necesita 40 s para alcanzar una velocidad de 72 Km/h partiendo del reposo. Calcule la aceleración y el espacio recorrido en ese tiempo.
- 15- Desde lo alto de un rascacielos de 175 m de altura se lanza verticalmente hacia abajo una piedra con una velocidad inicial de 10 m/s. Calcule cuanto tiempo tardará en llegar al suelo y con qué velocidad lo hará.
- 16- Desde lo alto de una torre de 80 m de altura se lanza verticalmente hacia arriba un objeto con una velocidad de 10 m/s. Calcular cuanto tiempo tardará en llegar al suelo y con qué velocidad lo hará. ¿Hasta qué altura subirá?
- 17- ¿Qué velocidad inicial habrá que comunicarle a una piedra para que lanzándola verticalmente hacia arriba alcance una altura máxima de 20 m? ¿Cuanto tiempo tardará en alcanzar dicha altura?
- 18- ¿Desde qué altura se debe dejar caer un cuerpo libremente para que llegue al suelo con una velocidad de 54 Km/h? ¿Cuanto tiempo tardará en caer?
- 19 - Se lanza hacia arriba un cuerpo con una velocidad de 15m/s. Determina la altura alcanzada y el tiempo que tarda en regresar al suelo.
- 20 - Un automóvil que marcha a 72 km/h frena bruscamente a la vista de un obstáculo situado a 12 m de él. Si su máxima aceleración de frenada es de 4 m/s^2 , ¿chocará contra el obstáculo? En caso de que choque, ¿Con qué velocidad chocará? Razone la contestación.
- 21 - Soltamos una pelota desde una altura de 25 m. Determina la velocidad y posición que ocupa 0,8 segundos después de soltarla y la velocidad de llegada al suelo.
- 22 - Desde dos puntos situados a 8,3 km en línea recta, salen dos motoristas al mismo tiempo con velocidades constantes de 60 km/h el primero y de 50 km/h el segundo. Indica dónde y cuándo se cruzan, si caminan en sentidos contrarios.
- 23 - Desde dos puntos que distan 5 km salen dos móviles al encuentro uno del otro, con velocidades de 4 y 6 m/s respectivamente. Calcula el instante y la posición del encuentro si ambos partieron simultáneamente.
- 24 - Calcule el espacio recorrido durante el sexto segundo por un móvil que se deja caer libremente desde una altura.
- 25 - Un tren va a 72 Km/h y desde el techo de un vagón que tiene 2,5 m de altura se cae una bombilla . ¿Cuanto tardará en llegar al suelo? ¿En qué punto caerá la bombilla? Razone la contestación.

5 - LAS FUERZAS

Una **FUERZA** es toda causa capaz de producir deformaciones en los cuerpos o bien que es capaz de modificar su estado de reposo o movimiento.

Las fuerzas pueden ejercerse **entre dos cuerpos diferentes** (en contacto o no): frenado de un coche, choque de dos bolas de billar, atracción o repulsión entre dos imanes o entre la tierra y la luna, etc, o bien **entre dos partes de un mismo cuerpo**: la fuerza que hace que un muelle o una pelota recupere su forma. Las primeras son FUERZAS EXTERIORES y las segundas, **FUERZAS INTERIORES**.

CARÁCTER VECTORIAL DE LAS FUERZAS

Las fuerzas son magnitudes vectoriales, por lo que para definir las se necesita conocer, además de su valor (módulo o intensidad), su punto de aplicación, dirección y sentido. Al igual que para cualquier magnitud vectorial, el signo de una fuerza nos indicará su sentido. Se toma como **positivo** el sentido de una de las fuerzas (generalmente la mayor), y así, todas las fuerzas que tengan el mismo sentido que ella serán *positivas*, mientras que las que lleven sentido contrario, serán *negativas*.

COMPOSICIÓN DE FUERZAS:

Cuando sobre un cuerpo actúan simultáneamente varias fuerzas, el resultado del efecto de todas ellas puede sustituirse por el efecto de una sola, llamada **FUERZA RESULTANTE**.

Para calcular el valor de la resultante, es necesario "componer el sistema de fuerzas"; cuando todas las fuerzas tienen el mismo punto de aplicación se dice que son **FUERZAS CONCURRENTES EN UN PUNTO**, y según sean sus direcciones y sentidos, pueden darse los siguientes casos:

$$\text{Fuerzas de la misma dirección : } \begin{cases} - \text{ Del mismo sentido} \\ - \text{ De sentido contrario} \end{cases}$$

$$\text{Fuerzas de distinta dirección : } \begin{cases} - \text{ Perpendiculares} \\ - \text{ De otras direcciones} \end{cases}$$

A) Fuerzas de la misma dirección y del mismo sentido:

La fuerza resultante es otra fuerza de la misma dirección y sentido y cuyo módulo es igual a la suma de los módulos de las fuerzas concurrentes

$$\vec{A} = 6 \quad + \quad \vec{B} = 8 \quad = \quad \vec{C} = 14$$

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{C} \quad ; \text{ y el módulo de la fuerza resultante será: } \begin{bmatrix} \vec{A} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \vec{B} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{C} \end{bmatrix}$$

B) Fuerzas de la misma dirección pero de sentido contrario:

La fuerza resultante es otra fuerza de la misma dirección que ambas, su sentido es el de la fuerza mayor y su módulo es igual a la diferencia entre los módulos de las fuerzas concurrentes:

$$\vec{A} = 14 \quad - \quad \vec{B} = 6 \quad = \quad \vec{C} = 8$$

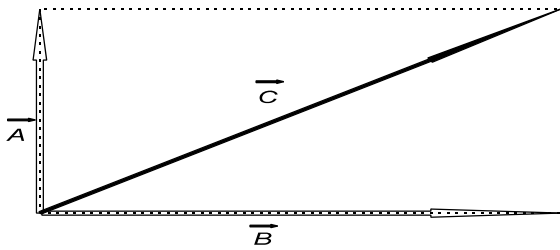
$$\vec{A} = 14 \quad + \quad \vec{B} = -6 \quad = \quad \vec{C} = 8$$

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{C} \quad ; \text{ y el módulo de la fuerza resultante será: } \begin{bmatrix} \vec{A} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \vec{B} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{C} \end{bmatrix}$$

C) Fuerzas de distinta dirección:

La fuerza resultante es otra fuerza cuyo módulo, dirección y sentido son las de la diagonal del paralelogramo cuyos lados sean las fuerzas concurrentes dadas.

De todos los casos posibles, solamente veremos aquellos casos en los que las direcciones de las fuerzas concurrentes sean perpendiculares.



donde: $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$

y así el módulo de la fuerza resultante será:

$$|\vec{C}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2}$$

6 - DINÁMICA

La **DINÁMICA** es la parte de la Física que estudia el movimiento de los cuerpos en relación con las causas que los producen, que son las fuerzas.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA DINÁMICA (LEYES DE NEWTON)

La Dinámica se fundamenta en tres principios fundamentales, que son:

PRINCIPIO DE ACCIÓN DE LAS FUERZAS: "Las fuerzas son proporcionales a las aceleraciones que producen, siempre que actúen sobre el mismo cuerpo".

$$F = m \cdot a$$

donde: **F** es la fuerza aplicada,
a, la aceleración que le comunica al cuerpo
m, la masa del cuerpo, que no es más que **la constante de proporcionalidad entre la fuerza aplicada y la aceleración que le comunica a ese cuerpo.**

PRINCIPIO DE INERCIA: "Todo cuerpo tiende a permanecer en reposo o con movimiento uniforme si sobre él no actúa ninguna fuerza exterior"

PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN: " Si sobre un cuerpo actúa una fuerza exterior, éste responde con otra igual pero de sentido contrario".

UNIDADES DE FUERZA

La unidad de fuerza del Sistema Internacional se deduce de la ecuación fundamental de la dinámica: $F = m \cdot a$, recibe el nombre de

NEWTON (N), y es la fuerza que hay que aplicarle a una masa de 1 Kg para comunicarle una aceleración de 1 m/s^2 .

CONCEPTO DE PESO

El **PESO** es la fuerza con la cual la tierra atrae a un cuerpo.

Por efecto de esta fuerza de atracción, a este cuerpo se le comunica una aceleración, que es **g**, la cual recibe el nombre de **aceleración de la gravedad**, y su valor es en realidad $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, aunque se suele tomar 10 m/s^2 para facilitar los cálculos.

$$P = m \cdot g$$

Esta ecuación es realmente la ecuación fundamental de la dinámica ($F=m \cdot a$) en la que la fuerza es el peso (P) y la aceleración es la aceleración de la gravedad (g).

PROBLEMAS PARA RESOLVER SOBRE DINÁMICA

- 1 - Una locomotora arrastra un tren de 200 toneladas, comunicándole una aceleración de $0,3 \text{ m/s}^2$. ¿Cual será la velocidad de dicho tren al cabo de 1 minuto y 40 segundos? ¿Qué espacio habrá recorrido? ¿Qué fuerza ejerce dicha locomotora?

- 2 - Sobre un cuerpo de 5 Kg que se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal se aplica una fuerza constante de 25 Newton. Calcular la aceleración que le comunica. ¿Qué velocidad tendrá ese cuerpo a los 10 s? ¿Qué espacio habrá recorrido en ese tiempo?
- 3 - ¿Qué fuerza de frenado han de ejercer los frenos de un coche de 600 Kg que marcha con una velocidad de 54 Km/h para detenerse en 30 m?
- 4 - Sobre un cuerpo de 4 Kg que está en reposo se aplica una fuerza constante de 100 Newton. ¿Qué aceleración le comunica? ¿Qué espacio habrá recorrido y qué velocidad tendrá a los 5 s?
- 5 - Un coche de 1200 Kg marcha a una velocidad de 108 Km/h. Si los frenos pueden comunicarle una aceleración negativa de 10 m/s^2 . ¿Qué fuerza ejercen los frenos? ¿Qué espacio recorrerá hasta detenerse?
- 6 - Un automóvil de 800 Kg lleva una velocidad de 90 Km/h. En ese instante se frena y el automóvil se detiene después de recorrer 50 m. Calcular la aceleración y el tiempo que transcurre hasta que el automóvil se detiene. ¿Cual es la fuerza de frenado?
- 7 - Una fuerza de 20 Newton actúa sobre un cuerpo de 5 gramos durante 10 segundos. ¿Qué espacio recorre ese cuerpo durante ese tiempo?
- 8 - Los gases procedentes de la explosión de la pólvora actúan dentro del cañón de un fusil durante $1/200 \text{ s}$ sobre un proyectil de 10 gramos con una fuerza de 300 Newton. Calcule la aceleración que le comunica al proyectil, ¿Con qué velocidad sale el proyectil del fusil? ¿Cuanto mide el cañón de dicho fusil?
- 9 - ¿Durante cuanto tiempo ha actuado una fuerza de 120 Newton sobre un cuerpo de 25 Kg que se encuentra inicialmente en reposo para comunicarle una velocidad de 90 Km/h? ¿Qué espacio habrá recorrido en ese tiempo?
- 10 - ¿Qué aceleración habrá que comunicarle a un móvil de 200 Kg que lleva una velocidad de 144 Km/h para que se detenga en 20 m? ¿Qué fuerza debe aplicarse?
- 11 - Una máquina arrastra a un tren de 2000 Toneladas partiendo del reposo hasta alcanzar una velocidad de 90 Km/h. Calcula el tiempo que tarda si recorre 500 m. ¿Cual es la fuerza que ha hecho la máquina, si se supone constante?
- 12 - Un camión de 10 Toneladas parte del reposo por una carretera horizontal y recta, tardando un minuto en adquirir una velocidad de 108 Km/h. Calcula la aceleración, supuesta constante, durante ese minuto. ¿Qué fuerza ejerce el motor?. Si cuando marcha a 108 Km/h frena y se detiene después de recorrer 100 m, ¿Cuanto vale la fuerza de frenado?
- 13 - Un coche de 600 Kg se mueve gracias a la fuerza de 900 N que ejerce el motor. ¿Qué espacio recorrerá y qué velocidad llevará a los 10 s?
- 14 - Sobre un cuerpo de 5 Kg inicialmente en reposo se aplica una fuerza constante de 25 N. ¿Qué velocidad tendrá y qué espacio recorrerá al cabo de 10 s?
- 15 - ¿Qué aceleración tendrán que comunicarle los frenos a un camión de 20 Tm que lleva una velocidad de 144 Km/h para que se detenga en 80 m? ¿Cuanto valdría la fuerza de frenado? ¿Cuanto tiempo tardará en detenerse desde que comienzan a actuar los frenos?
- 16 - Un automóvil de 1000 Kg circula por una carretera con una velocidad de 90 Km/h cuando el conductor divisa un obstáculo a una distancia de 100 m. Si tarda 0,1 s en reaccionar y pisar el freno, ¿Cual debe ser la fuerza mínima que deben ejercer los frenos para que se detenga antes de chocar contra dicho obstáculo? ¿Con qué aceleración se moverá en vehículo en ese trayecto?
- 17 - La velocidad de un cuerpo de 100 g es de 10 cm/s y deseamos pasarla a 36 Km/h en medio minuto. ¿Qué fuerza constante será necesario aplicarle?
- 18 - Un cuerpo de 20 g de masa lleva una velocidad de 54 Km/h, y las fuerzas de rozamiento que se oponen a su movimiento valen 0,2 N. ¿Cuanto tardará en pararse dicho cuerpo? ¿Qué espacio habrá recorrido en ese tiempo?
- 19 - Calcular la fuerza vertical y hacia arriba será necesario aplicarle a un cuerpo de 5 Kg para que suba con una aceleración de $0,5 \text{ m/s}^2$.

- 20** - Un cuerpo de 12 g cae desde una altura de 3 m sobre un montón de arena penetrando en ella 3,5 cm antes de detenerse. ¿Con qué velocidad llega a la arena? ¿Qué fuerza ejerce ésta para detenerlo?
- 21** - Un yate de 250 Tm lleva una velocidad de 30 Km/h. ¿Qué fuerza media será necesario aplicarle para detenerlo en 2 minutos? ¿Qué espacio recorrerá en ese tiempo?
- 22** - Un automóvil de 1350 Kg aumenta su velocidad desde 34 hasta 68 Km/h en un espacio de 300 m. ¿Cuanto tiempo tarda? ¿Cual ha sido la aceleración? ¿Qué fuerza ha actuado sobre el automóvil?
- 23** - El motor de un coche de 1000 Kg que parte del reposo es capaz de comunicarle en 12 s una velocidad de 108 Km/h. ¿Cuales ha sido el trabajo realizado por ese motor? ¿Qué potencia ha desarrollado en ese trayecto?
- 24** - Un camión de 14 Tm parte del reposo, y después de recorrer 750 m con movimiento uniformemente acelerado lleva la velocidad de 72 Km/h. ¿Cual es la resultante de las fuerzas que actúan sobre el camión?
- 25** - Un objeto de 20 Kg de masa se desplaza una distancia de 10 m al actuar sobre él una fuerza de 10 Newton durante 20 segundos. Calcule el trabajo realizado sobre el objeto así como la potencia en los siguientes casos:
 a) Cuando la fuerza tiene la misma dirección y sentido que el desplazamiento.
 b) Cuando la fuerza tiene la misma dirección, pero es de sentido contrario al desplazamiento.
- 26** - Un objeto de 5 Kg de masa se mueve con una velocidad de 10 m/s, cuando se le aplica una fuerza de frenado que lo detiene en 30 s. Determinar el trabajo realizado por dicha fuerza de frenado.
- 27** - Sobre un cuerpo de 1 Kg de masa que circula con una velocidad de 3 m/s actúa una fuerza constante de 3 N de la misma dirección del movimiento, durante 5 s. ¿Qué velocidad alcanzará ese cuerpo al cabo de 5 segundos?. ¿Qué trabajo habrá realizado? Razonar las posibles respuestas
- 28** - Un cuerpo pesa 125 N en un lugar en el cual la gravedad es $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcula la masa del cuerpo así como su peso en otro lugar en el cual la gravedad sea $g = 9,65 \text{ m/s}^2$.
- 29** - Estamos pesando en una balanza una jaula cuyo peso verdadero es de 1 Kg en la cual hay un pájaro de 150 g. Calcular el peso que nos indicará la balanza en los siguientes casos:
 a) Cuando el pájaro está posado sobre el piso de la jaula.
 b) Cuando el pájaro está volando en el interior de la jaula.
- 30** - Aplicamos una misma fuerza a dos cuerpos diferentes sucesivamente. Al primero de ellos, cuya masa es 10 veces mayor que la del segundo, le comunica una aceleración de 2 m/s^2 . Determinar cual será la aceleración que adquiere el segundo cuerpo.
- 31** - Un coche de 700 Kg conducido por una persona de 80 Kg, arranca con una aceleración de 2 m/s^2 . Determinar la fuerza que realiza el motor del mismo así como la fuerza que actúa sobre el conductor. Razone las respuestas.
- 32** - Una bala de fusil de 15 g choca contra un objeto a la velocidad de 400 m/s. Calcula la profundidad a la que quedará incrustada la bala en el objeto, suponiendo que éste oponga una resistencia de 1000 N
- 33** - Un cuerpo de 12 gramos de masa cae desde una altura de 3 m sobre un montón de arena y penetra en ella 3,5 cm hasta detenerse. ¿Qué fuerza ejerce la arena sobre dicho cuerpo?
- 34** - En un espacio de 300 m la velocidad de un coche de 1000 Kg de masa pasa desde 34 a 68 Km/h. Calcular la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el coche durante ese recorrido. Razone la contestación