

La aceleración

Cuando los cuerpos en movimiento rectilíneo cambian el valor de la velocidad con la que se desplazan, ya sea para aumentarla o para disminuirla, decimos que aceleran.



Cuando la velocidad aumenta o disminuye, existe aceleración.

¿Qué es la aceleración?

Se llama **aceleración** (a) a la variación de la velocidad con respecto al tiempo:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}}{t} \text{ si } t_i = 0$$

- v_f : velocidad final después de un recorrido.
- v_i : velocidad inicial al comenzar ese recorrido.
- t : tiempo transcurrido.

Observa que la diferencia $v_f - v_i$ también se puede representar como Δv . Se pueden dar tres situaciones:

- Si $v_f > v_i$, la aceleración es positiva: aumenta la velocidad (el móvil va cada vez más deprisa).
- Si $v_f < v_i$, la aceleración es negativa: disminuye la velocidad (el móvil frena).
- Si $v_f = v_i$, la aceleración es nula y, por lo tanto, la velocidad permanece constante.

En el SI, la aceleración se mide en m/s^2 y se lee metros por segundo al cuadrado. Esta unidad, la más importante, se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$\frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

EN LA BIBLIOTECA

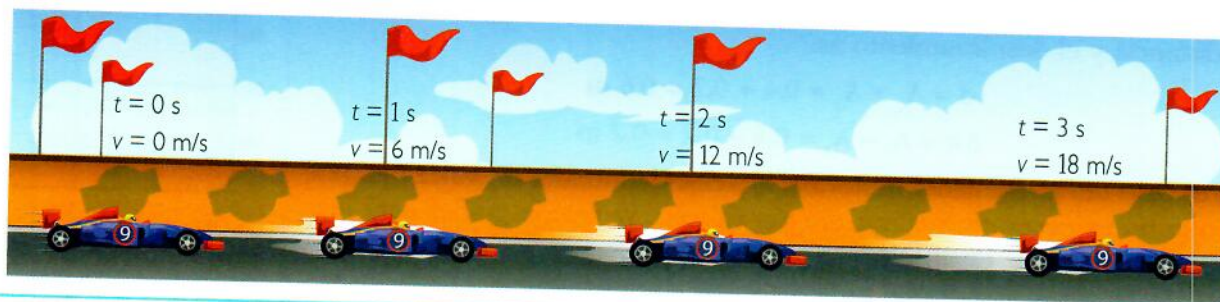
Para conocer más sobre aceleración y movimiento, consulta el capítulo 2 del libro *Física conceptual*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

EJEMPLO RESUELTO 9

- Un móvil parte del reposo ($v = 0 \text{ m/s}$) y posee un valor de aceleración de 6 m/s^2 . ¿Qué valor de velocidad tendrá al cabo de 3 segundos? Resuelve mediante cálculo mental.

Si su aceleración es de 6 m/s^2 , esto quiere decir que su velocidad aumenta en 6 m/s cada segundo que pasa. Sumamos 6 m/s a la velocidad inicial (0 m/s) y obtenemos la velocidad transcurrido

el primer segundo (6 m/s). Transcurrido otro segundo será de 12 m/s y, al cabo de tres segundos, la velocidad llegará a 18 m/s .



EJEMPLO RESUELTO 10

- ¿Qué significa que un móvil que se desplaza sobre el eje X posea una aceleración de $+2 \text{ m/s}^2$? ¿Y que sea de -2 m/s^2 ?

Si la aceleración es $+2 \text{ m/s}^2$, el móvil aumenta el módulo de su velocidad a razón de 2 m/s cada segundo.

Si es -2 m/s^2 , el móvil disminuye el módulo de su velocidad a razón de 2 m/s cada segundo.

- Un móvil detenido arranca. Si a los 4 s tiene un valor de la velocidad de 8 m/s , ¿cuál ha sido su valor de aceleración?

$$\text{Reemplazamos: } a = \frac{v - v_i}{t} = \frac{8 - 0}{4} = 2 \text{ m/s}^2$$

- Un auto se desplaza a 108 km/h . Luego, frena y se detiene en 10 s . ¿Cuál ha sido su valor de aceleración?

Convertimos la velocidad a m/s :

$$108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 30 \text{ m/s}$$

$$\text{Por lo tanto: } \vec{a} = \frac{0 - 30}{10} = -3 \text{ m/s}^2 \rightarrow |a| = 3 \text{ m/s}^2$$

- Calcula el tiempo que tardará una motocicleta en adquirir un valor de velocidad de 90 km/h si parte del reposo y posee un valor de aceleración de 5 m/s^2 .

Convertimos los datos al SI:

$$v_i = 0; v_f = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}; a = 5 \text{ m/s}^2$$

Despejamos el tiempo de la definición de aceleración:

$$a = \frac{v - v_i}{t} \rightarrow t = \frac{v - v_i}{a}$$

Reemplazamos los datos y operamos:

$$t = \frac{v - v_i}{a} = \frac{25 \text{ m/s} - 0}{5 \text{ m/s}^2} = \frac{25 \text{ m/s}}{5 \text{ m/s}^2} = 5 \text{ s}$$

La motocicleta tardará 5 s en alcanzar la velocidad de 90 km/h .



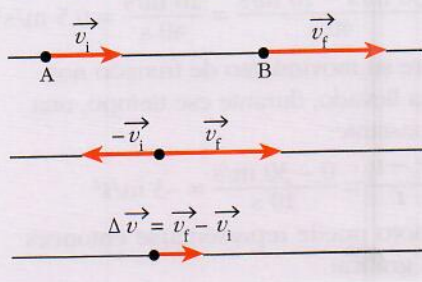
Shutterstock

La aceleración es una magnitud vectorial

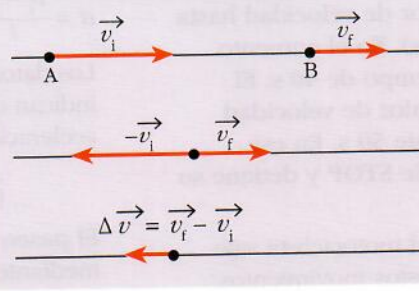
Hasta ahora solo hemos considerado el valor (módulo) o intensidad de la aceleración en los movimientos rectilíneos. Pero la aceleración es una magnitud vectorial al igual que la velocidad.

El siguiente cuadro aclara este concepto para los movimientos rectilíneos.

La velocidad aumenta...



La velocidad disminuye...



El vector aceleración tiene:

- Dirección.** Es la misma que el vector cambio de velocidad.

$$\Delta \vec{v}: \Delta \vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i$$

- Módulo o intensidad:**

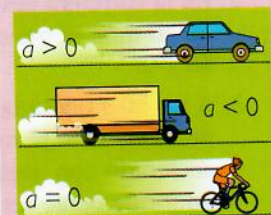
$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

En lenguaje cotidiano, aceleración equivale a aumento de velocidad. En lenguaje científico, aceleración equivale a cualquier variación de velocidad, ya sea un aumento o una disminución.

PARA SABER MÁS

Para que haya aceleración, tiene que producirse una variación en la velocidad, como en los dos primeros dibujos.

En el tercer caso, no hay aceleración ($a = 0$), pues el ciclista marcha manteniendo constante su velocidad.



El movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV)



El despegue de un cohete es un ejemplo de movimiento uniformemente acelerado.

Ahora vamos a estudiar el caso en que la aceleración se mantiene constante y la trayectoria del movimiento es una línea recta.

Cuando la aceleración del móvil es la misma durante todo el movimiento y este se realiza en línea recta, recibe el nombre de **movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV)**.

La ecuación de la velocidad en un MRUV

De la definición de aceleración, se puede conocer la ecuación de la velocidad de un móvil que circula con un movimiento uniformemente variado:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t} \rightarrow \vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a} \cdot t$$

Cuando la velocidad disminuye, también se dice que el movimiento es uniformemente acelerado, aunque en este caso tiene aceleración negativa. También se le denomina movimiento uniformemente retardado.

EJEMPLO RESUELTO 11

- Un motociclista que se desplaza sobre el eje X atraviesa un pueblo a un valor de velocidad constante de +36 km/h (10 m/s). Cuando sale a la carretera, aumenta el valor de velocidad hasta alcanzar +108 km/h (30 m/s). En el aumento de velocidad, invierte un tiempo de 40 s. El motociclista sigue con un valor de velocidad constante de +30 m/s durante 50 s. En ese momento divisa una señal de STOP y detiene su vehículo en 10 s.

Desde el momento en que el motociclista sale a la carretera, se producen estos movimientos:

1. Al salir del pueblo acelera de 10 a 30 m/s en 40 s. El movimiento es uniformemente acelerado ($a > 0$).
2. En la carretera lleva una velocidad constante de 30 m/s. El movimiento es uniforme durante 50 s ($a = 0$).
3. A los 90 s divisa la señal de STOP y detiene la moto en 10 s. El movimiento es uniformemente acelerado con aceleración negativa o uniformemente retardado ($a < 0$).

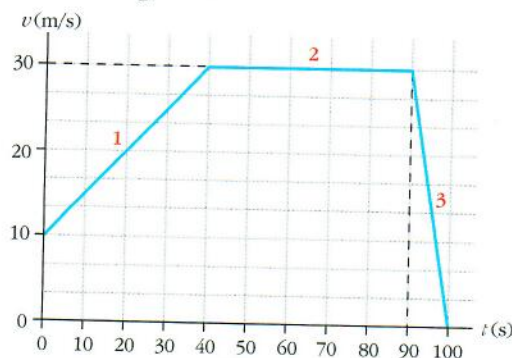
Desde que salió del pueblo, el motociclista se ha movido con una aceleración constante que mide:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{30 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{40 \text{ s}} = \frac{20 \text{ m/s}}{40 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

Los datos sobre su movimiento de frenado nos indican que ha llevado, durante ese tiempo, una aceleración constante:

$$\vec{a} = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{0 - 30 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = -3 \text{ m/s}^2$$

El paseo en moto puede representarse entonces mediante esta gráfica:



La ley del movimiento en el MRUV

Sea un cuerpo que recorre un camino (trayectoria) s en un tiempo t . Si su velocidad ha ido cambiando a lo largo del trayecto, podemos calcular el desplazamiento (Δx) utilizando la velocidad media (v_m): $\Delta x = v_m \cdot t$

Ahora bien, si la aceleración es constante, v_m es la media entre la velocidad inicial (v_0) y la final (v_f). Tomando en cuenta que $v_f = v_i + a \cdot t$, tenemos:

$$\Delta x = \frac{v_i + v_i + a \cdot t}{2} \cdot t \rightarrow \Delta x = \frac{2v_i + a \cdot t}{2} \cdot t$$

$$\rightarrow \Delta x = v_i \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

La expresión para el desplazamiento de un movimiento uniformemente acelerado es:

$$x - x_0 = v_i \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

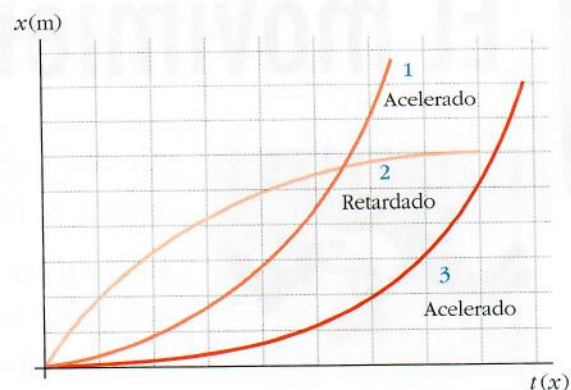
$$x - x_0 \rightarrow \vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}_i \cdot t + \frac{1}{2} \vec{a} \cdot t^2$$

El MRUV en gráficas

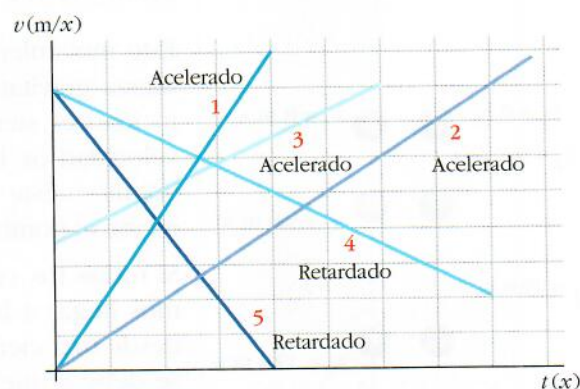
La gráfica $x-t$ en un movimiento uniformemente acelerado es un arco de parábola que puede adoptar diferentes formas según las características de cada caso concreto (si el móvil parte del reposo o no, si la aceleración es positiva o negativa, etc.).

Cuanto mayor sea la aceleración, más brusco será el ascenso o el descenso (si es una aceleración negativa o de frenada) de la parábola (una vez fijada la escala de los ejes).

Las gráficas $v-t$ son rectas inclinadas (con pendiente), ascendentes o descendentes, según la aceleración sea positiva o negativa.



- Para la gráfica 1, a es positiva.
- Para la gráfica 2, a es negativa.
- Para la gráfica 3, a es positiva.



- Para las gráficas 1 y 2, $v_i = 0$ y a es positiva.
- Para la gráfica 3, $v_i \neq 0$ y a es positiva.
- Para las gráficas 4 y 5, $v_i \neq 0$ y a es negativa.

EJEMPLO RESUELTO 12

- Un camión que se desplaza por el eje X con una velocidad de +30 m/s, frenó hasta detenerse con una aceleración de -3 m/s^2 . ¿Cuál es el valor de su desplazamiento?

Datos: $v_0 = 30 \text{ m/s}$; $v_f = 0$ porque se detiene;
 $a = -3 \text{ m/s}^2$

Calculamos el tiempo utilizando la definición de la aceleración, de la que ya lo hemos despejado:

$$t = \frac{v - v_i}{a} = \frac{0 \text{ m/s} - 30 \text{ m/s}}{-3 \text{ m/s}^2} = \frac{-30 \text{ m/s}}{-3 \text{ m/s}^2} = \frac{-30}{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{s}^2}{\text{m}} = 10 \text{ s}$$

Una vez calculado el tiempo que tarda en frenar, sustituimos los datos en la ecuación del desplazamiento:

$$\Delta x = v_i \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot \left(-3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot (10 \text{ s})^2 =$$

$$300 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot \left(-3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot 100 \text{ s}^2 = 300 \text{ m} - \frac{300}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 150 \text{ m}$$

- En la gráfica inferior, interpreta el movimiento realizado por el móvil en cada tramo y calcula la aceleración en cada uno de ellos.

Tramo 1: MRUA; $a = 1 \text{ km/h}^2$

Tramo 2: MRU; $a = 0$

Tramo 3: MRUA; $a = 1,5 \text{ km/h}^2$

Tramo 4: MRU; $a = 0$

Tramo 5: MRUA; $a = -2 \text{ km/h}^2$

