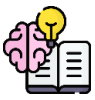
¿SE MUEVE O NO SE MUEVE?

¿Qué vas a aprender?



- Reconocer qué es el movimiento y los elementos necesarios para describirlo.
- Calcular magnitudes asociadas al movimiento de un cuerpo: velocidad y aceleración.
- Interpretar movimientos rectilíneos: uniforme (MRU) y acelerado (MRUA)
- Realizar e interpretar gráficas relacionadas con el movimiento de un cuerpo.
- Reconocer el movimiento en nuestra vida: tiro vertical y caída libre.

1. EL MOVIMIENTO

(Ficha en inglés)

2. LA VELOCIDAD

Cuando un cuerpo se mueve lo puede hacer rápido o despacio. Pero, *¿de qué depende que un cuerpo se mueva más o menos rápido?*

Al comparar la rapidez de un cuerpo en movimiento, debemos tener en cuenta dos magnitudes: la **distancia** que recorre y el **tiempo** empleado en recorrer esa distancia.

La **velocidad (v)** es una magnitud que mide la **rapidez con la que se desplaza un móvil**. En el Sistema Internacional se mide en **m/s**, aunque es más habitual medirla en **km/h**.

Sin embargo, cuando un objeto se desplaza, no lo hace siempre a la misma velocidad, sino que esta va cambiando a lo largo del recorrido. Por eso, debemos distinguir entre:

- **Velocidad instantánea:** velocidad que lleva un móvil en un momento determinado. Viene indicada por el velocímetro de los automóviles.

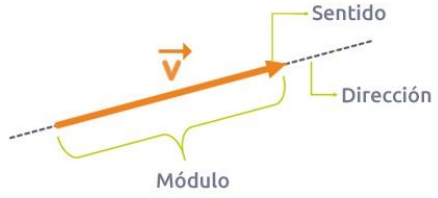
- **Velocidad media:** cociente entre el espacio recorrido y el tiempo total que se emplea en hacerlo. Así, la velocidad media, o simplemente, velocidad, se calcula:

$$\text{velocidad} = \frac{\text{espacio recorrido}}{\text{tiempo empleado}} \rightarrow \boxed{v = \frac{s}{t}}$$

¿ES LO MISMO VELOCIDAD QUE RAPIDEZ?

En el lenguaje coloquial, a menudo se usan como sinónimos los términos *velocidad* y *rapidez*, pero en física son conceptos diferentes.

La velocidad es una **magnitud vectorial**, es decir, no puede ser expresada solo con un número un su unidad (magnitud escalar), sino que para definirla necesitamos emplear un vector. Este nos indica la **dirección** y **sentido** en que se mueve el móvil, y también cuánto espacio recorre en un tiempo determinado, es decir, su **módulo**.



Así, cuando no se considera la dirección ni el sentido de un cuerpo en movimiento, sino que solo se da el valor del espacio que recorre en un tiempo determinado, entonces estamos hablando de su rapidez. Es decir, **la rapidez es el modulo de la velocidad**.

Actividades

1 **Ordena de mayor a menor las siguientes velocidades:**

a) Un guepardo recorre 2 km en 1 min.

b) En la carrera del Gran Premio de Jerez de 2019, Marc Márquez batió el récord de vuelta rápida, con una velocidad promedio de 45 m/s.

c) En un partido de tenis de mesa, la bola va a 100 km/h.

2 **Un ciclista recorre 10 km en 2h. Calcula su velocidad en km/h. ¿Cuántos metros recorre cada segundo?**

3 **Un camión recorre los 16 km que separan una fábrica de un almacén en 10 min, por una carretera cuyo límite de velocidad es 80 km/h. ¿A qué velocidad circulaba? ¿Ha incumplido el límite de velocidad?**

4 **La velocidad de la luz es de $3 \cdot 10^8$ m/s. ¿Qué distancia, en km, hay desde la Tierra al Sol, sabiendo que la luz tarde en llegar a la Tierra 8 minutos y 18 segundos?**

5 **Se produce un disparo a 2,04 km de donde se encuentra un policía. ¿Cuánto tardará en oírlo si la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s?**

6 **Un coche sale de Madrid a una velocidad de 12 m/s. Si tarda 1 hora y 40 minutos en llegar a su destino, ¿a qué distancia está éste? Si el pueblo estuviera a 12 km, ¿cuánto tardaría?**

7 **Una corredora de maratón tarda 1h 12 min 56 s en completar la primera mitad de la carrera, una prueba en la que las atletas recorren 42195 m.**

a) Calcula la velocidad media de la atleta en la primera mitad del recorrido, expresando la rapidez en unidades del SI.

b) Calcula la distancia que le quedará por recorrer cuando lleve dos horas de carrera si mantiene la misma velocidad media.

8 **¿Puede la velocidad media de un móvil coincidir con la velocidad instantánea?**

3. LA ACELERACIÓN

En la mayoría de los movimientos, la velocidad no se mantiene constante, sino que va cambiando. Por ejemplo:

- En una carrera, los atletas parten del reposo (v=0 m/s) y poco a poco van aumentando su velocidad.
- Cuando viajamos, modificamos la velocidad para adaptarnos a la vía por la que circulamos (curvas, semáforos, radares...).

Para estos casos en los que la velocidad varía, se define una nueva magnitud, la **aceleración**:

La **aceleración (a)** es una magnitud que expresa cómo varía la velocidad de un cuerpo en un tiempo determinado.

$$\text{aceleración} = \frac{\text{variación de velocidad}}{\text{tiempo empleado}} \rightarrow \mathbf{a = \frac{v_f - v_i}{t}}$$

En el Sistema Internacional se mide en **m/s²**.

Entonces, podemos concluir que:

- Si un móvil lleva siempre la misma velocidad, entonces **no habrá aceleración** ($a = 0$ m/s²).
- Si la velocidad final de un móvil es mayor que la velocidad inicial, la **aceleración** será **positiva** ($a > 0$ m/s²). Es decir, el móvil está acelerando.
- Si la velocidad final de un móvil es menor que la velocidad inicial, la **aceleración** será **negativa** ($a < 0$ m/s²). Es decir, el móvil está frenando.

IMPORTANT

Según la definición de aceleración, *¿qué significa entonces que un coche tenga una aceleración de 3 m/s²?* Una aceleración de este valor implica que cada segundo que pasa, la velocidad se incrementa en 3m/s respecto de la que poseía.

Ejemplo: un coche, parado en un semáforo, acelera durante 5 segundos con una aceleración de 7 m/s². Mantiene su velocidad constante durante 4 segundos, pero al ver un semáforo en rojo empieza a frenar con una aceleración de -10 m/s². ¿Qué velocidad llevará al cabo de tres segundos frenando?

t (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
v (m/s)	0	7	14	21	28	35	35	35	35	35	25	15	5
		$a = 7$ m/s²					$a = 0$ m/s²				$a = -3$ m/s²		

Actividades

9 **Calcula la aceleración de un galgo que corre a 2 m/s y que, en tan solo 4 segundos después, alcanza una velocidad de 18 m/s.**

10 **Un motorista circula por la carretera a 120 km/h, pero ve una señal de velocidad máxima de 90 km/h y reduce hasta ese valor en tan solo 3 s. Calcula la aceleración del motorista.**

11 **Calcula el tiempo que tarda una moto en aumentar su velocidad de 50 km/h a 120 km/h si su aceleración es de 3 m/s^2.**

12 **Un cuerpo que se mueve a una velocidad de 12 m/s experimenta una aceleración de 4 m/s^2 durante seis segundos y después de – 6 m/s^2 hasta parar. Representa la tabla donde se indique su velocidad en cada momento.**

13 **Un conductor pisa el freno del coche y consigue una aceleración de – 4 m/s^2. Si inicialmente iba a 100 km/h, ¿qué tiempo ha tardado en reducir la velocidad a 70 km/h?**

14 **Un coche aumenta su velocidad desde 60 km/h a 80 km/h en un tiempo de 6s. Calcula su aceleración y la velocidad que tendrá a los 5 segundos de comenzar a acelerar.**

15 **¿A qué velocidad, en km/h, circulaba un ciclista si, al quedarle 100m para la meta, acelera (0,75m/s^2) y la cruza, 10 segundos después, a una velocidad de 72 km/h?**

4. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

Entre los distintos tipos de movimientos que podemos encontrar, el más sencillo es el **movimiento rectilíneo uniforme (MRU)**. Este movimiento tiene las siguientes características:

- Su **trayectoria** es una **línea recta**.
- Presenta **velocidad constante**, es decir, no varía. Esto implica que la velocidad media y la velocidad instantánea coinciden en todo momento durante el movimiento.

> Un móvil se desplaza con **movimiento rectilíneo uniforme (MRU)** si sigue una **trayectoria rectilínea** y su **velocidad es constante**.

Son ejemplos de este tipo de movimiento un objeto situado sobre una cinta transportadora o un coche que marcha en una recta a velocidad constante.

Ecuación del MRU

Para describir este tipo de movimiento, se suele emplear una expresión matemática que procede de la expresión de la velocidad.

Si consideramos un móvil que se desplaza en línea recta según la dirección del eje X, su velocidad será:

$$\text{velocidad} = \frac{\text{espacio recorrido}}{\text{tiempo transcurrido}} \rightarrow \boxed{v = \frac{x - x_0}{t - t_0}}$$

- x = posición final (m)
- x_0 = posición inicial (m)
- v= velocidad (m/s)
- t = tiempo final (s)
- t_0 = tiempo inicial (s)

Así, despejando, podemos deducir la ecuación que expresa la posición del móvil, x, en función del tiempo, t:

$$v \cdot (t - t_0) = x - x_0 \rightarrow \boxed{x = x_0 + v \cdot (t - t_0)}$$

Si tenemos en cuenta que el tiempo inicial, t_0, es 0 cuando empezamos a contar, entonces:

$$\boxed{x = x_0 + v \cdot t}$$

Ecuación del movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

A partir de esta ecuación podemos predecir de forma matemática la posición de un móvil que se mueve con MRU en cualquier instante, siempre que conozcamos la posición inicial y la velocidad.

Además, también nos permite conocer el espacio recorrido:

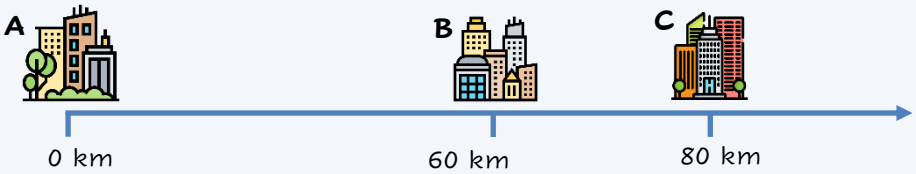
$$x - x_0 = v \cdot t \rightarrow s = v \cdot t$$

EJERCICIO RESUELTO

Tres ciudades A, B y C están separadas 60 km y 80 km, respectivamente. Un coche sale de B a las 8:00h en dirección a C, a 54km/h. Contesta:

a) ¿Dónde se encuentra el coche a las 8:50h?

Realizamos un dibujo y situamos el origen del sistema de referencia donde más nos interese, en nuestro caso en la ciudad A, y el sentido positivo del eje lo tomamos a favor del movimiento. Consideramos el origen de los tiempos (t_0) en el momento de la salida del coche.



DATOS

$x_0 = 60\ \text{km} = 60.000\ \text{m}$

$x = ¿?$

$v = \frac{54\ \text{km}}{1\text{h}} \cdot \frac{1000\ \text{m}}{1\ \text{km}} \cdot \frac{1\text{h}}{3600\ \text{s}} = 15\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$t = 50\ \text{min} = 3000\ \text{s}$

RESOLUCIÓN

$$x = x_0 + v \cdot t = 60000\ \text{m} + 15\frac{m}{s} \cdot 3000\ \text{s} = 105.000\ \text{m}$$

SOLUCIÓN: El coche se encuentra a 105 km del orige (ciudad A), y a 35 km de la ciudad B

b) ¿Cuándo llegará a su destino?

DATOS

$x_0 = 60\ km = 60.000\ m$

$x = 140\ km = 140.000m$

$v = \frac{54\ km}{1h} \cdot \frac{1000\ m}{1\ km} \cdot \frac{1h}{3600\ s} = 15\frac{m}{s}$

$t = ¿?$

RESOLUCIÓN

$$t = \frac{x - x_0}{v} = \frac{140000\ m - 60000\ m}{15\ m/s} = 5333{,}33\ s$$

SOLUCIÓN: El coche tarda 5333,33 s (1h 28 min 53 s). Es decir, llegará a las 9:28 h

c) ¿A qué velocidad debería haber ido si tuviese que llegar a las 8:50?

DATOS

$x_0 = 60\ km = 60.000\ m$

$x = 140\ km = 140.000m$

$v = ¿?$

$t = 50\ min = 3000\ s$

RESOLUCIÓN

$$v = \frac{x - x_0}{t} = \frac{140000\ m - 60000\ m}{3000\ s} = 26{,}67\frac{m}{s} = 96\frac{km}{h}$$

SOLUCIÓN: Para llegar a las 8:50h, el coche debe circular a 96 km/h.

Actividades

16 **Un móvil describe un MRU cuya ecuación es x = 30 + 4·t, con las magnitudes en unidades del SI. Calcula:**

a) Su posición inicial y su velocidad, en m/s y km/h.

b) Su posición cuando han transcurrido 6 minutos.

c) El desplazamiento que ha realizado entre los 10 y los 40 s.

d) El tiempo que tarda en alcanzar la distancia de 50 m al punto de referencia.

17 **Un coche que se desplaza en línea recta a la velocidad constante de 30 m/s, está situado a 150 m del origen de referencia. ¿Qué posición ocupará dentro de 12s? ¿Qué distancia habrá recorrido?**

18 **Un ciclista circula por una carretera a velocidad constante. En el instante de tiempo 0, está a 1 km de la salida, y a los 5 minutos se encuentra a 3250 m de ella. Calcula la velocidad del ciclista y la distancia a la que se encontrará transcurridos 12 minutos.**

19 **Un autobús viaja a una velocidad constante de 90 km/h. Si después de 5h y media llega a su destino, situado en el kilómetro 610, ¿en qué kilómetro se encontraba inicialmente?**

20. Un coche inicia su viaje a las 8:30h de la mañana, con una velocidad de 90 km/h. ¿A qué hora llegará a su destino, si parte del km 51 y su destino está en el km 546?

Problemas de alcance

21. Dos automóviles que circulan en el mismo sentido se encuentran a una distancia de 126 km. Si el más lento va a 42 km/h, calcula la velocidad del más rápido, sabiendo que le alcanza en 6 horas.

22. Un coche, situado en el kilómetro 60 de una carretera, circula a una velocidad de 120 km/h. ¿Cuánto tiempo tardarán en alcanzar a otro coche, situado inicialmente en el kilómetro 98, que circula a 100 km/h?

23. Un ladrón roba una bicicleta y huye con ella a 20 km/h. Un ciclista que lo ve, sale detrás del mismo, tres minutos más tarde, a 22 km/h. ¿Al cabo de cuánto tiempo lo alcanzará?

24. Una persona ve como un muchacho pasa en su moto a una velocidad de 20 m/s. Diez segundos después, una patrulla de la policía pasa por allí, persiguiéndolo a 30 m/s. Si sus velocidades son constantes, ¿a qué distancia de la esquina alcanza la policía al muchacho? ¿en qué instante se produce el encuentro?

Problemas de cruce

25. Un móvil sale de una localidad A hacia B, con una velocidad de 80km/h. En ese mismo instante, sale de la localidad B hacia A otro vehículo a 60 km/h. Si las dos ciudades están a 600 km, ¿a qué distancia de A se encontrarán? ¿En qué instante lo harán?

26. Dos coche salen a su encuentro, uno de Bilbao y otro de Madrid. Sabiendo que la distancia entre ambas ciudades es de 433km, que sus velocidades respectivas son de 78 km/h y 62 km/h, y que el coche de Bilbao salió hora y media más tarde, calcula el tiempo que tardan en encontrarse y a la distancia de Bilbao que lo hacen.

27. En un momento dado dos coches se encuentran en la misma posición pero moviéndose en sentido contrario en una recta. Sus velocidades son 72 km/h y 90 km/h. ¿Qué distancia recorre cada uno de ellos en 2 minutos? ¿qué distancia les separa en ese momento?

28. Un cazador y su perro emprenden el camino hacia un refugio situado a 9 km de distancia. El cazador camina a 4km/h y el perro a 8 km/h. El perro, que obviamente llega antes al refugio, da la vuelta y regresa hacia su amo. ¿Dónde se encuentran?

29. Dos vehículos cuyas velocidades son de 10 km/h y 12 km/h se cruzan perpendicularmente en su camino. Al cabo de seis horas de recorrido, ¿cuál es la distancia que los separa?

30 **Dos trenes se cruzan perpendicularmente y hacen un recorrido durante cuatro horas, siendo la distancia que los separa al cabo de ese tiempo de 100 km. Si la velocidad de uno de los trenes es de 20km/h, calcula la velocidad del segundo tren.**

5. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (MRUA)

Aparte del MRU, existe otro tipo de movimiento rectilíneo de especial importancia, el **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)**. Este movimiento tiene estas características:

- Su **trayectoria** es una **línea recta**.
- Su **velocidad** no es constante, sino que **varía** con el tiempo.
- Su **aceleración es constante**, lo cual implica que la velocidad varía pero lo hace siempre en la misma proporción.

Un móvil se desplaza con **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)** si sigue una **trayectoria rectilínea** y su **aceleración es constante** y distinta de cero.

Son ejemplos de este tipo de movimiento un coche que acelera al ponerse el semáforo en verde o un objeto que cae libremente.

Ecuaciones del MRUA

Para describir este tipo de movimiento, necesitamos conocer las relaciones entre la velocidad y el tiempo, y entre la posición y el tiempo.

Para conocer la **velocidad** de un móvil **en función del tiempo**, partimos de la expresión de la aceleración:

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \rightarrow a \cdot (t - t_0) = v - v_0 \rightarrow \boxed{v = v_0 + a \cdot (t - t_0)}$$

v = velocidad final (m/s)
v_0 = velocidad inicial (m/s)
a= aceleración (m/s²)
t = tiempo final (s)
t_0 = tiempo inicial (s)

Si comenzamos a contar en tiempo cero, tendremos:

$$\boxed{v = v_0 + a \cdot t}$$

Ecuación de la velocidad del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

Si lo que queremos determinar es la posición del móvil en función del tiempo, se utiliza la siguiente ecuación* (su deducción parte del concepto de velocidad media y es algo compleja) :

$$\boxed{x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2}$$

Ecuación de la posición del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

Actividades

31 **Una locomotora en reposo necesita 10 s para alcanzar su velocidad normal, que es de 60 km/h. Suponiendo que su movimiento es uniformemente acelerado, ¿qué aceleración se le ha comunicado? ¿qué espacio ha recorrido antes de alcanzar la velocidad regular?**

32 **Un móvil lleva una velocidad de 8 cm/s y recorre una trayectoria rectilínea con movimiento acelerado, cuya aceleración es de 2 cm/s². Calcula el tiempo que ha tardado en recorrer 2,10 m.**

33 **En 8 segundos, un coche que partía del reposos y marcha con MRUA, ha conseguido una velocidad de 72 m/s. ¿Qué espacio deberá recorrer para alcanzar una velocidad de 90 m/s?**

34 **Se deja correr una bola por una rampa de 18 m de longitud. Si la aceleración de la bola es de 4 m/s², calcula el tiempo que tarda en recorrer la rampa, y la velocidad que lleva al finalizar el recorrido.**

35 **Un tren que va a 50 km/h debe reducir su velocidad a 25 km/h para pasar por un puente. Si realiza la operación en 4 segundos, ¿qué distancia ha recorrido en ese tiempo?**

36 **La velocidad de un coche es de 108 km/h y en 5 s reduce su velocidad a 72 km/h. Calcula el tiempo que tardó en pararse y la distancia recorrida.**

5.1. El movimiento vertical

Imagina que dejas caer un balón desde la ventana de un edificio que está a 10 metros de altura... ¿qué movimiento describirá?

Seguramente habrás razonado que su trayectoria es rectilínea, y que su velocidad inicial es 0, pero llega al suelo con cierta velocidad. Así pues, se trata de un Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA), en concreto un movimiento de **caída libre**, cuya aceleración es la gravedad ($g = -9{,}8\ m/s^2$).

El mismo movimiento realizará ese balón si lo lanzamos hacia abajo desde la ventana con cierta velocidad inicial (**lanzamiento vertical hacia abajo**), o si lanzamos el balón hacia arriba desde la calle (**lanzamiento vertical hacia arriba**).

El **lanzamiento vertical hacia abajo**, la **caída libre** y el **lanzamiento vertical hacia arriba** son **MRUA**, donde g = -9,8 m/s2 (su sentido es el contrario al del eje Y). Así, sus ecuaciones serán:

$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$y = y_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Actividades

37 **Un niño deja caer una pelota desde un balcón a 10 m. Calcula cuánto tardará la pelota en llegar al suelo y la velocidad con la que llegará.**

38 **Dejamos caer un objeto desde lo alto de una torre y medimos el tiempo que tarda en llegar al suelo, que resulta de 2,2 s. ¿De qué tipo de movimiento se trata? ¿Cuál es la altura de la torre?**

39 **Desde lo alto de un rascacielos de 300 m de altura se lanza verticalmente hacia abajo una piedra con una velocidad inicial de 36 km/h. ¿Con qué velocidad llega al suelo? ¿Cuánto tiempo tarda en caer?**

40 **Desde una azotea se lanza una piedra hacia abajo con una velocidad inicial de 5 m/s, y tarda en alcanzar el suelo 4,46 s . Calcula la altura del rascacielos y la velocidad con la que choca contra el suelo.**

41 **Se lanza desde el suelo y hacia arriba una piedra con una velocidad de 30 m/s. Calcula:**

a) El tiempo empleado en llegar al punto máximo.

b) La altura máxima alcanzada.

c) El tiempo que tarda en llegar al suelo y la velocidad con que lo hace.

42 **Se lanza desde una altura de 10 m, verticalmente y hacia arriba, un objeto pesado, observándose que se eleva 15 m respecto de donde se lanzó. ¿Con qué velocidad se lanzó? ¿Durante cuánto tiempo estuvo elevándose?**

43 **Si queremos que un cuerpo suba 50 m verticalmente, ¿con qué velocidad se deberá lanzar? ¿Cuánto tiempo tardará en subir? ¿Y en bajar de nuevo al suelo?**