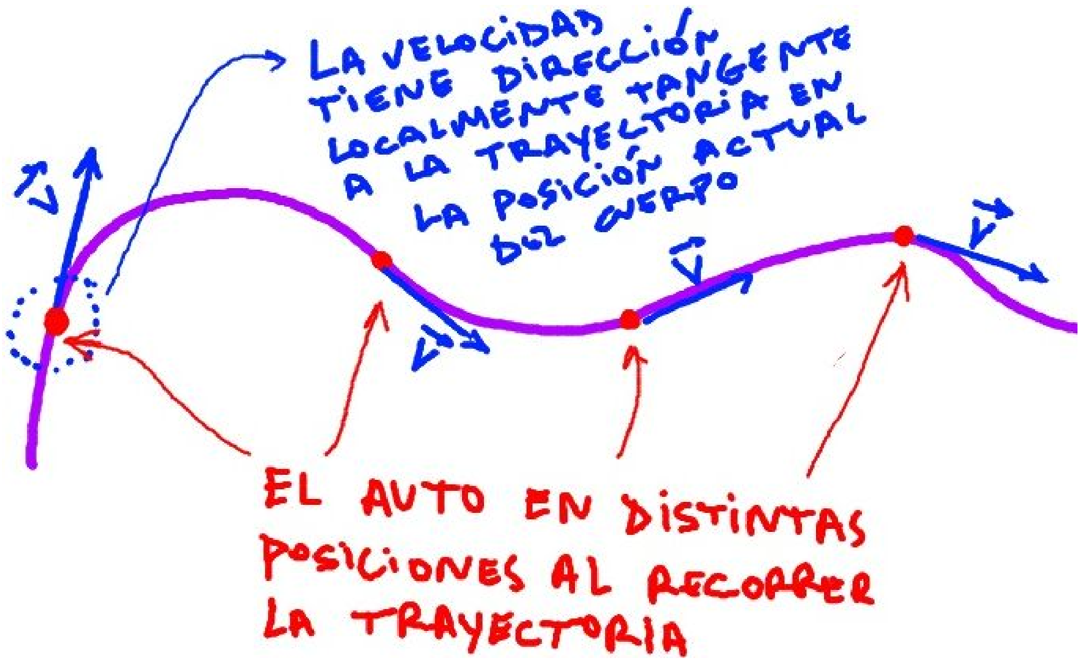
Velocidad & Aceleración

Velocidad

Cuando un cuerpo se mueve lo hace con cierta rapidez ("tantos" kilómetros por hora), y para cada instante de tiempo, lo hace en determinada dirección y sentido. La rapidez del cuerpo, y la dirección y el sentido en el que se mueve dicho cuerpo, toda esa información, queda **concentrada en su vector velocidad**.

El vector velocidad del cuerpo tiene dirección **localmente tangente** en la posición actual del recorrido. Pero, ¿qué se entiende por localmente tangente? Que el vector velocidad sea localmente tangente, quiere decir que cumple condición de tangencia en la cercanía de dicha posición. En el siguiente dibujo, a "vista de dron", se representa un auto (puntos rojos) en cuatro posiciones distintas, recorriendo un tramo de la ruta (violeta).



En cada posición del auto, se representa su correspondiente vector velocidad localmente tangente en su posición correspondiente.

Si un cuerpo en movimiento recorre cierta distancia d en un tiempo t, entonces diremos que la velocidad **media** v_m del cuerpo **es el cociente que resulta de dividir la distancia recorrida, entre el tiempo empleado para recorrer dicha distancia**, es decir:

$$v_m = \frac{d}{t}$$

Así por ejemplo, si a un auto le toma un tiempo $t = 1{,}20\,\mathrm{h}$ en recorrer una distancia $d = 100\,\mathrm{km}$, la velocidad media del auto será:

$$v_m = \frac{d}{t} = \frac{100\,\mathrm{km}}{1{,}20\,\mathrm{h}} \cong 83{,}3\,\mathrm{km/h}$$

De lo anterior se deduce que la unidad de velocidad es una combinación de unidades de distancia y tiempo. Como la unidad internacional para medir distancia o longitudes es el metro, y la del tiempo es el segundo, la unidad **internacional** de la velocidad es el **metro por segundo** ($\mathrm{m/s}$).

Ahora, **la velocidad media no nos dice nada en cuanto al valor que tiene la velocidad del cuerpo en ese instante en su posición actual del recorrido**. Para esto disponemos de la **velocidad instantánea**. El valor de la velocidad instantánea se puede conocer directamente midiéndola con un **velocímetro** como los que se ven en tablero de un auto o de una moto, o con alguna aplicación de velocímetro GPS.

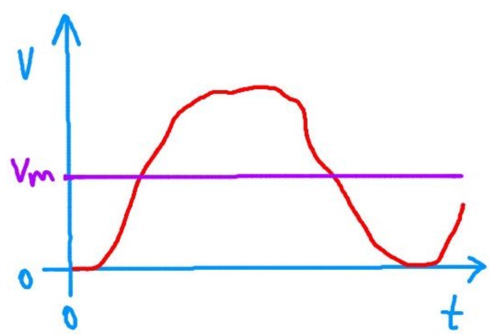
En el laboratorio vamos a ver de que otra manera podemos medir la velocidad cuasi-instantánea, y el “cuasi” se debe a que en realidad se trata de una velocidad media muy próxima al valor de la velocidad instantánea. Matemáticamente la velocidad instantánea se da por la ecuación:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

a condición de que la distancia Δx sea muuuuuy chiquita, a lo igual que el tiempo Δt en recorrer dicha distancia. En la siguiente foto se ven las imágenes “fantasmales” del carrito en distintas posiciones.

Los números que aparecen sobre el carrito hacen referencia al tiempo (en segundos) en la correspondiente posición. Conocida la distancia entre “dos” carritos consecutivos (notar que en el carril hay una regla impresa que puede servir de referencia), y la **diferencia** de tiempo (el Δt), es posible calcular la velocidad cuasi-instantánea entre esas posiciones sucesivas.

A la derecha se muestra un bosquejo de como sería un grafica velocidad contra tiempo, donde se representa en rojo como varía la velocidad instantánea de un cuerpo, y en fucsia la correspondiente velocidad media. Si calculamos el “área” que queda debajo de la linea roja, o mucho más fácil, el “área” debajo de la linea verde, ¡¡¡vamos a encontrar que esas áreas son iguales!!!.. más aún, **las “áreas” representan (en este tipo de grafica) la distancia recorrida por el cuerpo**, como se propone en ésta actividad.

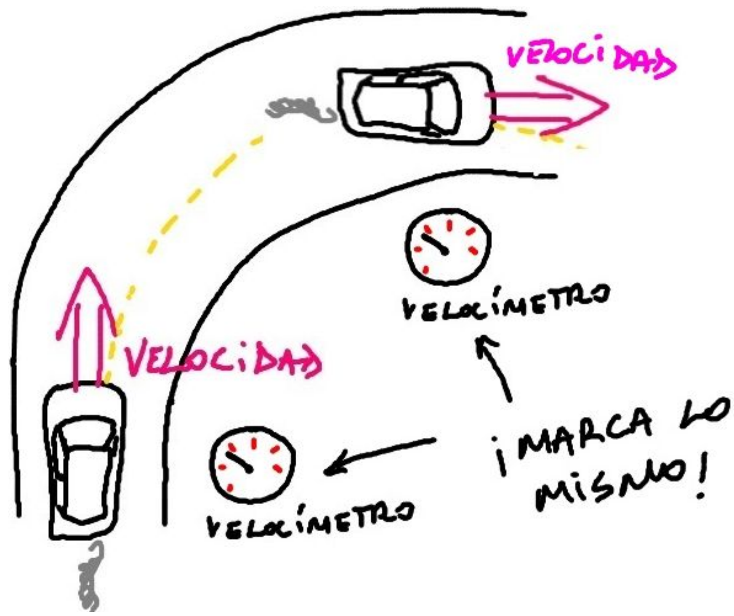


Aceleración

Como ya se mencionó anteriormente, las fuerzas son capaces de alterar el estado de movimiento de un cuerpo, lo que implica necesariamente la aparición de una aceleración. **La aceleración (magnitud vectorial) tiene relación con los cambios en el vector velocidad del cuerpo**.

Cada vez que cambia "algo" en el vector velocidad (rapidez, dirección, sentido), entonces aparece la aceleración (el vector aceleración). En el dibujo de la derecha, a "vista de dron", se ve el mismo auto en dos momentos distintos. Si bien el auto hace la curva con la misma rapidez[a] (el velocímetro en todo momento marca lo mismo), **la dirección y el sentido del vector velocidad están cambiando en todo momento, y por lo tanto el movimiento del auto es acelerado**.

[a] El largo del vector velocidad no cambia, lo que significa que el valor de la velocidad, es decir la rapidez del auto, permanece constante.



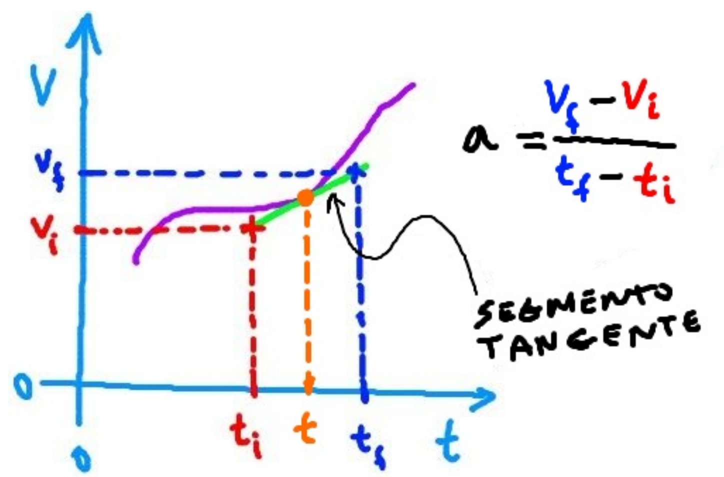
Pero, ¿cómo calcular la aceleración conocida la variación del módulo de la velocidad (el Δv), y el tiempo (el Δt) requerido para que se de dicha variación de velocidad?.. así:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Por ejemplo, si un auto súperdeportivo acelera de 0 a $100\,\mathrm{km/h}$ (o sea $27{,}8\,\mathrm{m/s}$) en $3\,\mathrm{s}$. En este caso la variación del módulo de la velocidad es $\Delta v = 27{,}8\,\mathrm{m/s} - 0\,\mathrm{m/s} = 27{,}8\,\mathrm{m/s}$, y por lo tanto la aceleración vale:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{27{,}8\,\mathrm{m/s}}{3\,\mathrm{s}} \cong 9{,}3\,\mathrm{m/s^2}$$

Ya vimos que el área debajo de la curva en la gráfica de **velocidad contra tiempo**, representa la distancia recorrida por el cuerpo. Ahora la pendiente ("inclinación") de cualquier segmento tangente (verde) a la curva (fucsia) representa la aceleración en el instante ("t" anaranjado) correspondiente al punto (anaranjado) de la curva, que es "tocado" por el segmento.



El MRU

Oportunamente, cuando vimos la 1ra ley de Newton, concluimos que de ser nula la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo en movimiento, éste movimiento debía ser un **movimiento rectilíneo uniforme (el MRU)**, ya que la aceleración es nula. Más aun, el MRU es el único movimiento no acelerado, o sea que: ¡todos los restantes movimientos que existen en el Universo son acelerados!

Como en un MRU, **el vector velocidad no cambia en el tiempo, porque no es acelerado)**, entonces el cuerpo en todo momento se mueve con la misma rapidez, en la misma dirección, y en el mismo sentido. Por lo tanto se deduce que un cuerpo con MRU: **en tiempo iguales recorre distancia iguales**.

Pregunta. Según lo dicho sobre el MRU, ¿cómo serían los bosquejos de las gráficas aceleración contra tiempo (a vs t), velocidad contra tiempo (v vs t), y distancia contra tiempo (x vs t)?

Los MRUVs

Los siguientes movimientos rectilíneos ("derechitos") pero acelerados, son el **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)**, y el **movimiento rectilíneo uniformemente desacelerado (MRUD)**, también conocidos (cualquiera de los dos) como movimientos rectilíneos uniformemente variados (MRUV).

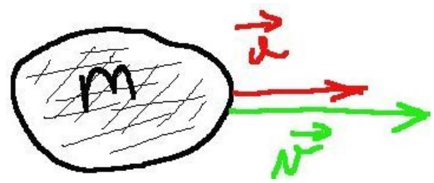
En un MRUA, **en tiempos iguales la rapidez del cuerpo aumenta por igual**, mientras que en un MRUD, **en tiempos iguales, la rapidez disminuye por igual**, lo que implica en cualquiera de los dos casos, **que el vector aceleración es constante**.

¿Pero que significa: "en tiempos iguales la rapidez del cuerpo aumenta por igual"? Significa por ejemplo, que por cada 1 segundo, la rapidez del cuerpo aumenta (supongamos) en 2 metros por segundo.

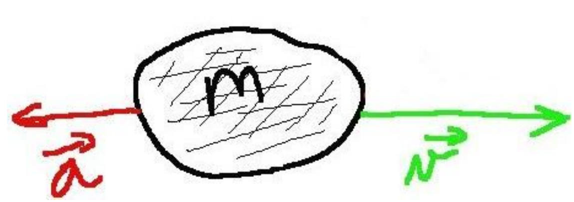
Pregunta: según la definiciones dadas para el MRUA y para el MRUD, ¿cómo serían los bosquejos de las graficas aceleración contra tiempo (a vs t), y velocidad contra tiempo (v vs t), para estos dos movimientos?

Pero, ¿cómo se relacionan el vector velocidad con el vector aceleración en los MRUAs y MRUDs, "vectorialmente hablando"?

En un MRUA los vectores velocidad y aceleración tienen la misma dirección y sentido ("apuntan para el mismo lado)...



y **en un MRUD, los vectores velocidad y aceleración tienen igual dirección pero sentidos opuestos** ("apuntan para lados contrarios")



resulta la siguiente tabla:

MRU	MRUA	MRUD
$\vec{v} =$ constante	$\vec{a} =$ constante	$\vec{a} =$ constante.
En tiempos iguales, el cuerpo recorre distancias iguales.	En tiempos iguales, la rapidez del cuerpo aumenta por igual.	En tiempos iguales, la rapidez del cuerpo decrece por igual.