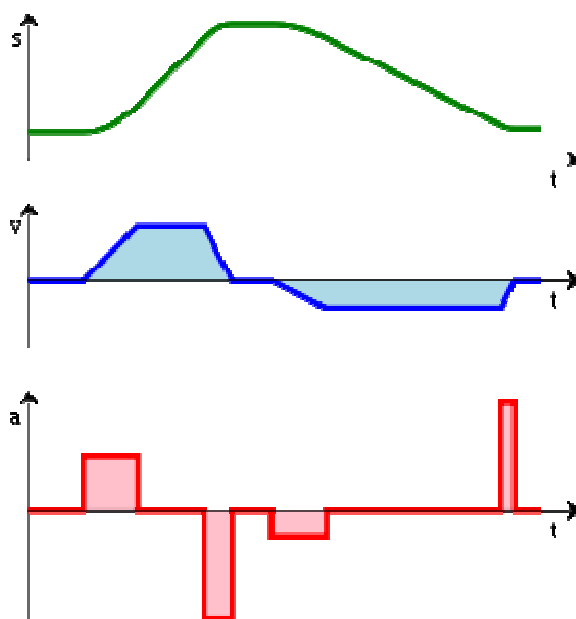


MOVIMIENTO RECTILÍNEO VARIADO O ACELERADO (MRV - A)

Cinemática

La **cinemática** es la parte de la mecánica clásica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta las causas que lo producen, limitándose, esencialmente, al estudio de la trayectoria en función del tiempo. Cinemática deriva de la palabra griega *κινεω* (*kineo*) que significa mover.

En la cinemática se utiliza un sistema de coordenadas para describir las trayectorias y se le llama sistema de referencia. La velocidad es el ritmo con que cambia la posición. La aceleración es el ritmo con que cambia la velocidad. La velocidad y la aceleración son las dos principales cantidades que describen cómo cambia la posición en función del tiempo.



Diagramas de desplazamiento (s) Vs tiempo (t), velocidad (v) Vs tiempo y de aceleración (a) Vs tiempo.

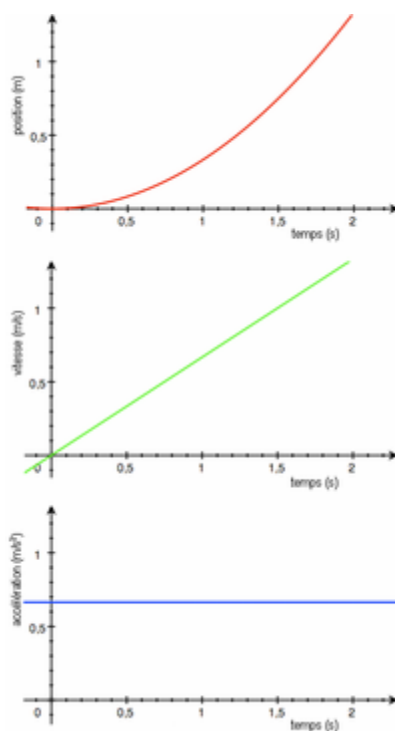
Movimiento Rectilíneo Variado (MRV - MRA)

Acelerado

En física, el **movimiento uniforme acelerado** (MUA) es aquel movimiento donde la **aceleración** que se ejerce sobre un cuerpo es constante (en magnitud y dirección) en todo el recorrido, es decir, la aceleración es constante.

El **Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado** (MRUA), también conocido como **Movimiento rectilíneo uniformemente variado** (MRUV) y Movimiento Unidimensional con Aceleración Constante, es aquél en el que un móvil se desplaza sobre una trayectoria recta y está sometido a una **aceleración constante**. Esto implica que para cualquier intervalo de tiempo, la **aceleración del móvil** tendrá siempre el mismo valor. Un ejemplo de este tipo de movimiento es el de caída libre, en el cual la **aceleración** interviniente y considerada constante es la que corresponde a la de la gravedad.

La figura muestra relaciones, respecto del tiempo, de la posición (parábola), la velocidad (recta con pendiente) y la aceleración (constante, recta horizontal) en este tipo de movimiento.



Evolución respecto del tiempo de la posición, de la velocidad y de la aceleración de un cuerpo sometido a un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, según la mecánica clásica.

Aceleración.

La aceleración es la magnitud física que mide la tasa de variación de la velocidad respecto del tiempo. En mecánica newtoniana se representa por una magnitud vectorial con dimensiones de longitud/tiempo² (en unidades del sistema internacional se usa m/s²). No debe confundirse la velocidad con la aceleración, pues son conceptos distintos, acelerar es modificar la velocidad de un objeto a un ritmo dado y en una cierta dirección

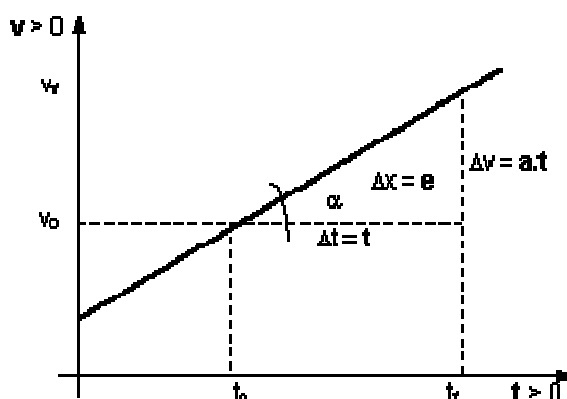
La aceleración es la rapidez con que una partícula cambia su velocidad al transcurrir el tiempo. Este cambio puede ser positivo o negativo; en el primer caso, la velocidad aumenta y el movimiento se llama acelerado, mientras que en el segundo, la velocidad disminuye y el movimiento es desacelerado o decelerado.

ACELERADO
VELOCIDAD.

(+) AUMENTO DE

$a \neq 0 = \text{constante}$

$v = \text{variable}$



En mecánica, se define como **aceleración** a la magnitud vectorial que nos indica el ritmo o tasa con la que aumenta o disminuye la velocidad de un móvil en función del tiempo. Sus dimensiones son longitud/tiempo² y como unidades, según el sistema internacional, se utiliza el m/s².

Un objeto no puede seguir una trayectoria curva a menos que esté sufriendo una cierta aceleración, ya que si ésta no existiese su movimiento sería

Acelerado

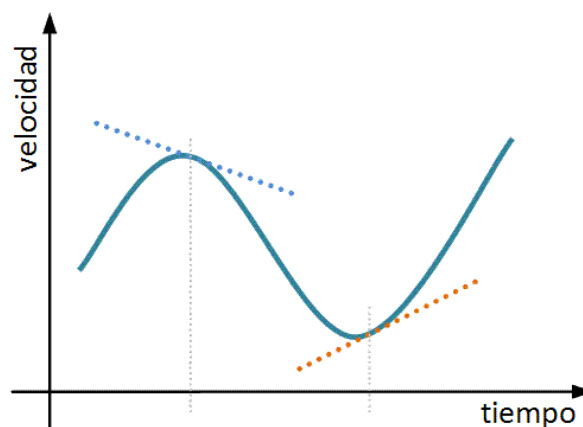
rectilíneo. Asimismo, el que un objeto incremente o disminuya su velocidad implica necesariamente la presencia de una aceleración (positiva si acelera, negativa si frena).

No debe confundirse la aceleración con la velocidad, puesto que, aunque son conceptos estrechamente relacionados, son distintos: Mientras la velocidad indica la variación de la posición de un cuerpo respecto al tiempo, la aceleración nos muestra la variación de dicha velocidad. Además, no han de compartir forzosamente ni dirección ni sentido.

Algunos ejemplos del concepto de aceleración serían:

La llamada aceleración de la gravedad de la tierra, la **aceleración** de la fuerza del campo gravitatorio cuyo valor en la superficie de la Tierra es, aproximadamente, de $9,8 \text{ m/s}^2$. Esto quiere decir que si se dejara caer libremente un objeto, aumentaría su velocidad de caída, aproximadamente, $9,8 \text{ m/s}$ por cada **segundo** que pasara siempre que omitamos la **resistencia aerodinámica** del aire. El objeto caería, por tanto, cada vez más rápido, respondiendo dicha velocidad a la ecuación $v = a \cdot t = G \cdot t = 9,8 \cdot t$.

O una maniobra de frenada de un vehículo, que se correspondería con una **aceleración** de signo negativo, o desaceleración, al oponerse a la velocidad que ya tenía el vehículo. Si el vehículo adquiriera más velocidad, a dicho efecto se le llamaría aceleración y, en este caso, sería de signo positivo.

Aceleración media e instantánea


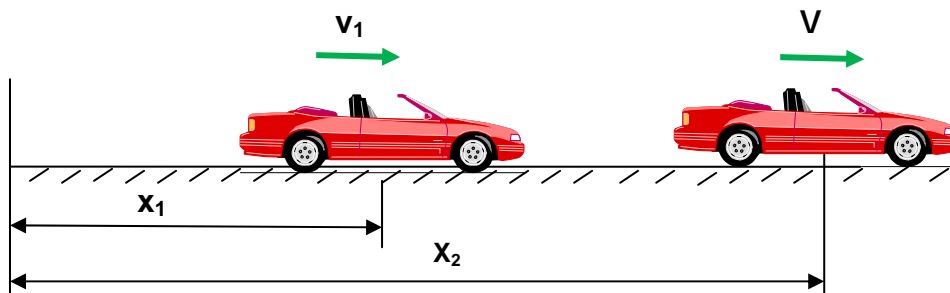
Aceleración instantánea es representada como la pendiente de la recta tangente de la curva de representación velocidad-tiempo.

Aceleración Media

Se define la **aceleración media** como la relación entre la variación de velocidad (Δv) de un objeto en un tiempo dado (Δt).

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Donde a es aceleración, v la velocidad final en el instante t y v_0 la velocidad inicial en el instante t_0



$$a = \Delta v / \Delta t = v_2 - v_1 / t_2$$

Aceleración Instantánea.

La **aceleración instantánea** es el cambio en la velocidad de un objeto que se produce en un intervalo de tiempo infinitamente pequeño, es decir la derivada de la velocidad (instantánea) respecto al tiempo en un instante dado:

$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

Puesto que la velocidad instantánea \mathbf{v} a su vez es la derivada del vector de posición \mathbf{r} respecto al tiempo, se tiene que la aceleración vectorial es la derivada segunda respecto de la variable temporal:

Características del Movimiento Uniformemente Variado

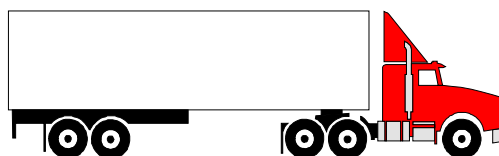
El movimiento uniformemente acelerado (MUA) presenta tres características fundamentales:

- La aceleración siempre es la misma es decir es constante
- La velocidad siempre va aumentando y la distancia recorrida es proporcional al cuadrado del tiempo.
- El tiempo siempre va a continuar, y no retrocederá debido a que es la variable independiente

Esto significa que aun tiempo doble, la distancia sera 4 veces mayor. $(2s)^2 = 4$ veces mayor. A un tiempo triple la distancia sera 9 veces mayor. $(3s)^2 = 9$ veces mayor.

En un movimiento uniformemente acelerado podemos calcular:

- Velocidad
- Aceleración
- Tiempo
- Distancia



En un movimiento uniformemente acelerado podemos calcular:

Velocidad

En mecánica, se define correctamente a la velocidad al decir que es "por la que cambia de posición un móvil". Esta magnitud expresa la variación de posición de un objeto en función del cambio de posición por unidad de tiempo. Se suele representar por la letra v .

Aceleración

La aceleración es la magnitud física que mide la tasa de variación de la velocidad respecto del tiempo. En mecánica newtoniana se representa por una magnitud vectorial con dimensiones de longitud/tiempo² (en unidades del sistema internacional se usa m/s²).

Tiempo

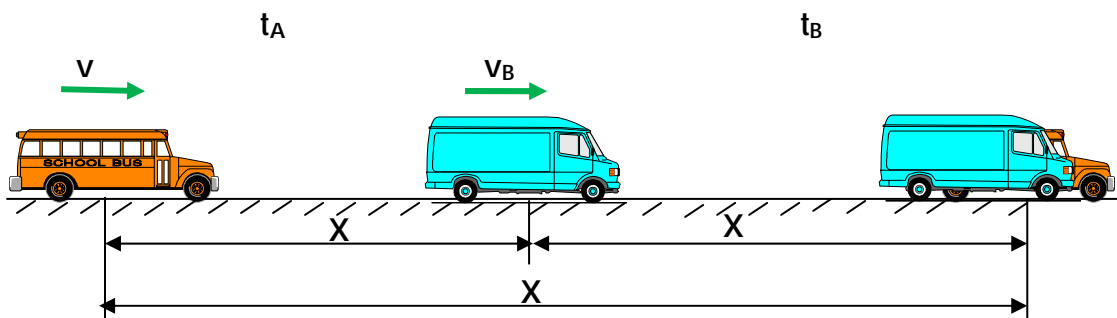
El tiempo es la magnitud física que mide la duración o separación de las cosas sujetas a cambio, de los sistemas sujetos a observación, esto es, el período que transcurre entre el estado del sistema cuando éste aparentaba un estado X y el instante en el que X registra una variación perceptible para un observador.

Distancia

La distancia es una **magnitud escalar** que mide la relación de lejanía entre dos puntos o cuerpos. En el **espacio euclídeo** la distancia entre dos puntos coincide con la **longitud** del camino más corto entre dos puntos, sin embargo, eso no nos sirve como definición formal de distancia, ya que para la definición de longitud es necesaria la de la distancia.

Tiempo de encuentro.

$$V_A \gg V_B$$



$$X_A = X_B + X$$

Ecuaciones del Movimiento Uniformemente Variado o Acelerado.

Acelerado: $a > 0$

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

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

Decelerado: $a < 0$

$$x_f = x_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$v_f = v_0 - a \cdot t$$

$$v_f^2 = v_0^2 - 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

Donde:

- x es la distancia.
- a es la aceleración (con signo + si el movimiento es acelerado y - si es desacelerado)
- t es el tiempo.
- v es la velocidad

Se considera también que:

$$t_1 = t_i = t_0 \longrightarrow \text{tiempo inicial}$$

$$t_2 = t_f = t \longrightarrow \text{tiempo final}$$

$$v_1 = v_i = v_0 \longrightarrow \text{velocidad para el tiempo } t_0$$

$$v_2 = v_f \longrightarrow \text{velocidad para el tiempo } t$$

Unidades de Medida

Sistema Internacional:

Velocidad inicial	v_0	(m/s)
Velocidad final	v_f	(m/s)

Acelerado

Aceleración	a	(m/s²)
Tiempo	t	(s)
Distancia	d	(m)

VARIABLE	SISTEMA S.I.	SISTEMA MKS	SISTEMA CGS	SISTEMA INGLES
Velocidad inicial	[m/s]	[m/s]	[Cm/s]	[pie/s]
Velocidad final	[m/s]	[m/s]	[Cm/s]	[Pie/s]
Aceleración	[m/s ²]	[m/s ²]	[Cm/s ²]	[Pie/s ²]
Tiempo	[s]	[s]	[s]	[s]
Distancia	[m]	[m]	[Cm]	[pie]

Otras Unidades de aceleración:

[Km/h²]; [ft/min²]; [m/min²]; [Cm/min²];

Ejemplo de problema:

Un tren inicialmente viaja a 16m/s recibe una aceleración constante de 2m/s². ¿Qué tan lejos viajará en 20 s.? ¿Cuál será su velocidad final en el mismo tiempo?.

Datos:

$$V_0 = 16 \text{ m/s}$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$t = 20 \text{ s}$$

$$d = ?$$

$$V_f = ?$$

Solución:

$$V_f = V_0 + at$$

$$V_f = (16 \text{ m/s}) + (2 \text{ m/s}^2)(20 \text{ s})$$

$$V_f = 16 \text{ m/s} + 40 \text{ m/s}$$

$$V_f = 56 \text{ m/s}$$

$$d = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2$$

$$d = 16 \text{ m/s} \cdot 20 \text{ s} + \frac{1}{2} (2 \text{ m/s}^2) (20 \text{ s})^2$$

$$d = 320 \text{ m} + 400 \text{ m/s}^2$$

$$d = 720 \text{ m}$$



Bibliografía

- Marcelo Alonso, Edward J. Finn (1976). *Física*. Fondo Educativo Interamericano.
- Robert Resnick, David Halliday (2004). *Física 4ta. Edición Vol. 1* (en Español). SECSA
- Santillana, Física 3, ed. Santillana La Paz, Bolivia, 2008, 144p
- Serway, Raymond A., Física, Tomo 1, Mc. Graw-Hill, México D.F. México, 1988
- Álvarez – E. Huayta, Física Mecánica, 2º Edición, Facultad de Ingeniería, La Paz, Bolivia, 2002
- Paul W. Zitzewitz, física 1, principios y problemas, Mc. Graw-Hill, Santafé de Bogotá, Colombia, 1995
- Física, David Holliday, Robert Resnick; Compañía Editorial Continental, S.A., 1974