

Guía de estudio.

(Fuente: portal educarchile)

Nombre Alumno:

Fecha: Curso:

Objetivo: Describir gráficamente, cualitativa y cuantitativamente movimientos rectilíneos uniformes y movimientos rectilíneos con aceleración constante.

Contenidos: Conceptos de movimientos rectilíneos uniformes y rectilíneos acelerados.

Aprendizajes esperados: Comprender los conceptos generales de los movimientos rectilíneos uniformes y acelerados.

Habilidad: Conocimiento y Comprensión

Descripción del movimiento

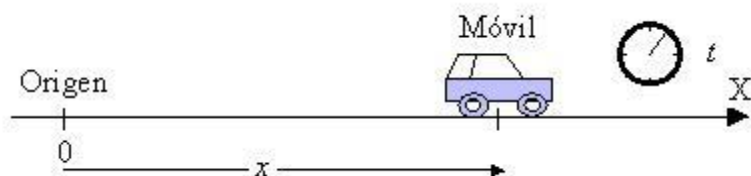
Para referirse a los movimientos con la rigurosidad que exige la física, es imprescindible manejar muy bien ciertos conceptos. Algunos de ellos, como *trayectoria*, *desplazamiento*, *velocidad* y *aceleración*, son útiles para describir los movimientos; otros, como *fuerza*, *momentum* y *energía* nos permiten expresar las leyes que los rigen y, por lo tanto, hacer predicciones sobre ellos.

Posición, tiempo y velocidad

El concepto central de la cinemática es el movimiento, que consiste en un cambio de posición respecto de un sistema de referencia. Es importante destacar en este concepto, que para describir y estudiar el movimiento de un cuerpo, no basta con decir que "cambia de lugar" o "se mueve" sino que siempre debe explicitarse respecto de "que" mueve. Esto es de gran relevancia para la cinemática, puesto que el movimiento, al igual que el reposo, es un fenómeno relativo. En otras palabras, depende en gran medida del observador. Por ejemplo. Si observamos un árbol plantado en el centro de una plaza... ¿se mueve? Si observamos desde la Tierra, podemos asegurar que el árbol no cambia de posición respecto de la plaza y está por lo tanto en reposo. Sin embargo, para un observador situado fuera del planeta, por ejemplo en la Luna, la Tierra se mueve (rotando y trasladándose en torno al Sol) y en dicho movimiento arrastra a todos los cuerpos que se encuentran sobre ella. Por lo tanto, para este segundo observador el árbol sí está en movimiento.

El sistema de referencia, es un marco o un sistema de coordenadas respecto del cual describimos las posiciones y el movimiento de un cuerpo. El sistema de referencia, tal como veremos más adelante, es totalmente arbitrario. Es decir, depende del observador.

Dado que en esta sección estudiaremos movimientos rectilíneos, nuestro sistema de referencia será el eje de coordenadas cartesianas X , tal como se describe e ilustra a continuación:



Para describir el movimiento hay dos conceptos básicos a partir de los cuales se construyen todos los demás. Ellos son: posición (x) y tiempo (t). La posición corresponde a la distancia a que se encuentra el móvil de un punto cualquiera de la recta que denominaremos origen (0) y que podemos medir en unidades como el metro (m) o el kilómetro (km). El tiempo es lo que marca un reloj o cronómetro y que podemos medir en unidades como el segundo (s) o la hora (h).

El vehículo ocupará una posición en cada instante. Si en el instante inicial t_i ocupa la posición x_i y en t_f la posición x_f , entonces en el tiempo transcurrido $\Delta t = t_f - t_i$ experimentará el desplazamiento

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

$\Delta x = x_f - x_i$. En tal caso su velocidad media será [1], cuyas unidades son [m/s] o en ocasiones [km/h]

Ten presente que para convertir m/s a km/h debes multiplicar por 3,6 y, para convertir km/h a m/s hay que dividir por 3,6. Por ejemplo, 108 km/h corresponden a 30 m/s. ¿Por qué hay que hacer esto? Porque 1 km = 1.000 m y 1 h = 3.600 s.

Por otra parte, el vehículo poseerá una velocidad diferente (v) en cada instante (velocidad instantánea). Cuando esta velocidad es la misma en todo momento, decimos que el movimiento es *uniforme*, donde también la velocidad media e instantánea coinciden. Si la velocidad cambia instante a instante, en cambio, decimos que el movimiento es *acelerado*.

No es muy común observar objetos que se muevan en forma uniforme. Una persona caminando o un automóvil que transita por la calle, por ejemplo, por lo general cambian su velocidad con mucha frecuencia, y solo la mantienen constante por lapsos muy breves. Sin embargo, hay algunos fenómenos naturales y circunstancias particulares que bien pueden ser consideradas como movimientos uniformes. Ya conocimos en Primer Año Medio dos casos: el movimiento del sonido y el de la luz. En efecto, el sonido viaja en el aire a una velocidad de unos 340 m/s, si el aire es homogéneo (igual temperatura, presión y sin que exista viento), y en el vacío, la luz viaja a una velocidad de casi 300.000 km/s. También un tren puede mantener una velocidad constante durante algunos minutos.

Sabiendo todo esto, ya estás en condiciones de resolver problemas como los siguientes:

Ejemplo 1. Si desde que vemos un rayo en una tormenta hasta que oímos el trueno transcurren 3 segundos, ¿aproximadamente a qué distancia de donde estamos se produjo el rayo?

Como la velocidad de la luz es muy alta comparada con la del sonido, el tiempo que tarda la luz del rayo en llegar hasta nosotros lo podemos despreciar. Luego, de [1] se tiene que $\Delta x = v\Delta t$, es decir, $\Delta x = (340 \text{ m/s}) \times (3 \text{ s}) = 1020 \text{ m}$. Es decir, el rayo se produjo a poco más de 1 km de nosotros.

Ejemplo 2. Si la distancia del Sol a la Tierra es de 150.000.000 de km, ¿cuánto tiempo tarda la luz en viajar desde él hasta nosotros?

La luz viaja por el vacío del espacio a razón de 300.000 km/s. De [1] se tiene que el tiempo que

demora en llegar a la Tierra debe ser: $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$; es decir, $\Delta t = \frac{150.000.000 \text{ km}}{300.000 \text{ km/s}}$, lo que corresponde a $\Delta t = 500$ s. Si dividimos por 60, sabremos que el retraso con que vemos el Sol es de 8,3 minutos.

Ejemplo 3. Un tren viaja uniformemente y en línea recta con una velocidad de 72 km/h. Si su longitud total es de 100 metros, ¿cuánto tiempo tarda en pasar frente a nosotros?

De [1], se tiene que este tiempo se determina mediante la siguiente relación:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v}; \text{ es decir, } \Delta t = \frac{100 \text{ m}}{20 \text{ m/s}} = 5 \text{ s.}$$

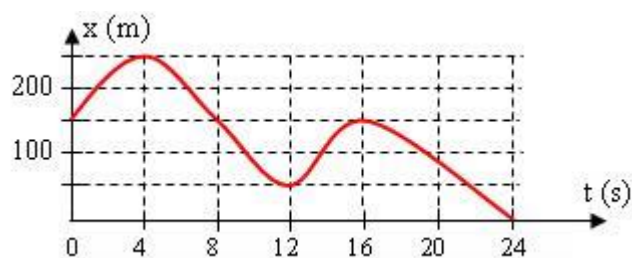
Es importante notar que 72 km/h corresponden a

$$72 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s.}$$

O simplemente $72 \text{ Km/h} = 72 : 3,6 [m/s] = 20 [m/s]$

Cuando un movimiento no es uniforme, la representación gráfica de la posición en función del tiempo es de gran utilidad. A este tipo de gráfico lo denominamos *itinerario*, y debes saber construirlos y extraer información de ellos para poder, por ejemplo, responder preguntas como las siguientes:

Ejemplo 4. Un automóvil viaja en línea recta de modo que su posición (x) respecto de un punto (origen) está descrita por el gráfico siguiente:



a) ¿Aproximadamente dónde está el vehículo en el instante $t = 20$ s?

Una lectura directa del gráfico nos hace ver que la respuesta es $x \sim 80$ m.

b) ¿Aproximadamente en qué instante o instantes el vehículo estuvo situado a 200 m del origen?

Esto ocurre según el gráfico en dos instantes. Aproximadamente en $t \sim 1,5$ s y también en $t \sim 6$ s.

c) ¿Qué desplazamiento realiza en los 24 s descritos en el gráfico?

Como el desplazamiento es $\Delta x = x_f - x_i$, y $x_i = 150$ m y $x_f = 0$ m, tenemos que $\Delta x = -150$ m.

d) ¿Qué camino recorrió en los 24 s representados en el gráfico?

Esta pregunta se parece mucho a la anterior, pero tiene una respuesta muy diferente. Ello se debe a que el vehículo cambió el sentido de su movimiento varias veces y debe ser analizado con cuidado: en efecto, entre $t = 0$ y $t = 4$ s recorrió 100 m en un sentido. Entre $t = 4$ s y $t = 12$ s recorrió 200 m en sentido opuesto. Entre $t = 12$ y $t = 16$ recorrió otros 100 m y, finalmente, entre $t = 16$ y $t = 24$ s, recorrió 150 m. Es decir, el camino que recorrió fue en total de 550 m. Debes estar atento para no confundir desplazamiento con camino recorrido. e) ¿Cuál fue su velocidad media en los 24 s representados en el gráfico?

e) ¿Cuál fue su velocidad media en los 24 s representados en el gráfico?

Cuando $\Delta t = 24$ s, $\Delta x = -150$ m. De [1] tenemos que

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-150m}{24s} = -6,25m/s$$

Debes notar que el signo negativo de la velocidad proviene del desplazamiento, lo cual significa simplemente que globalmente el vehículo se movió en sentido opuesto al sistema de coordenadas.

f) ¿Cuántas veces estuvo detenido el vehículo? ¿En qué momentos?

El vehículo se detuvo instantáneamente en los momentos en que cambió el sentido del movimiento. Ello ocurrió tres veces: en $t = 4$ s, $t = 12$ s y en $t = 16$ s.

Velocidad y aceleración:

El vehículo en movimiento posee una velocidad específica en cada instante. Si en el instante t_i es v_i y en t_f , v_f , entonces, en el tiempo Δt la velocidad habrá variado en $\Delta v = v_f - v_i$ y la aceleración experimentada por el

móvil será $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ [2]. Si la velocidad se mide en m/s y el tiempo en s, la aceleración resulta expresada en la unidad m/s^2 .

Es importante notar que si la velocidad aumenta, entonces la aceleración es positiva; si disminuye, será negativa; y si se mantiene constante, la aceleración será cero.

El concepto de aceleración es complejo y muchas veces se confunde con un movimiento muy rápido, lo cual es incorrecto. Para entenderlo preguntémosnos, ¿qué significa entonces que un vehículo que se mueve en

línea recta posea una aceleración constante de -5 m/s^2 . ¿ Simplemente que su velocidad se reduce 5 m/s en cada segundo de viaje.

La aceleración da cuenta de cómo cambia la velocidad. En base a este concepto debes ser capaz de resolver problemas como los siguientes:

Ejemplo 1. Un vehículo inicialmente en reposo acelera constantemente en línea recta a razón de 12 m/s^2 .

a) ¿Qué velocidad poseerá 10 s después de haber partido?

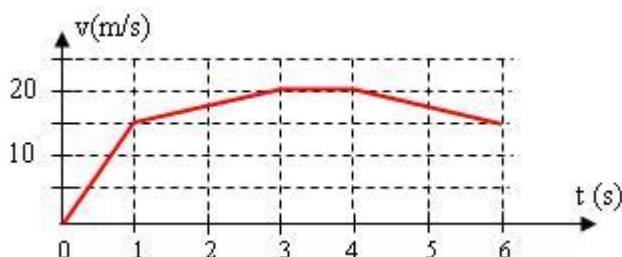
Como $v_i = 0$, de la definición de aceleración [2] tenemos que $v_f = a\Delta t$. Luego, $v_f = (12 \text{ m/s}^2) \times (10 \text{ s}) = 120 \text{ m/s}$.

b) ¿Cuánto tiempo después de haber partido alcanza la velocidad de 42 m/s ?

Como $v_i = 0$ y $v_f = 42 \text{ m/s}$, de la definición de aceleración [2] se tiene que $\Delta t = \frac{v_f}{a}$, por lo tanto, $\Delta t = \frac{42 \text{ m/s}}{12 \text{ m/s}^2}$. $\Delta t = 3,5 \text{ s}$.

La velocidad también se puede expresar por medio de un gráfico. Al igual que los gráficos itinerarios, debes saber construirlos y extraer información de ellos. Veamos un ejemplo de esto último.

Ejemplo 2. Un ciclista se mueve en línea recta, de tal forma que el valor de su velocidad cambia de acuerdo a como muestra el gráfico siguiente:



a) ¿Aproximadamente qué velocidad tiene el ciclista en el instante $t = 2 \text{ s}$?

La lectura directa del gráfico indica que esta velocidad es de unos $17,5 \text{ m/s}$.

b) ¿Qué aceleración posee en $t = 3,2 \text{ s}$? También se ve directamente en el gráfico que entre $t = 3$ y $t = 4 \text{ s}$ la velocidad del ciclista se mantuvo constante (20 m/s), lo que significa que su aceleración durante ese tiempo fue nula.

c) ¿Qué aceleración experimentó durante el primer segundo?

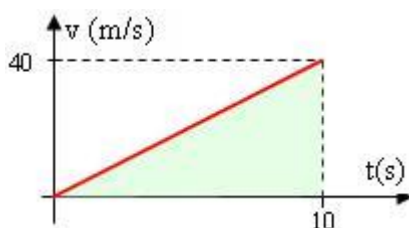
Como en el primer segundo $\Delta t = 1 \text{ s}$ y $\Delta v = 15 \text{ m/s}$, aplicando [2], vemos que su aceleración fue de 15 m/s^2 .

d) ¿Qué aceleración experimentó en los últimos dos segundos?

Como $\Delta t = 2 \text{ s}$ y $\Delta v = -5 \text{ m/s}$, aplicando [2] vemos que su aceleración fue de $2,5 \text{ m/s}^2$.

Aceleración y desplazamiento:

Si un objeto acelera constantemente, aumentando su velocidad, en cada segundo experimentará cada vez mayores desplazamientos. Por ejemplo, supongamos una moto que acelera como lo indica el gráfico siguiente:



Si su aceleración se ha mantenido constante, su velocidad media en los 10 s se puede calcular con la expresión siguiente:

$v_m = \frac{v_i + v_f}{2}$. En este caso particular $v_m = 20$ m/s. Como $\Delta t = 10$ s y $\Delta x = v_m \Delta t$, tenemos que en ese tiempo debe haber experimentado un desplazamiento $\Delta x = 20$ (m/s) \times (10 s) = 200 m.

Por otra parte, si el cuerpo parte del reposo, es decir $v_i = 0$, podemos calcular el desplazamiento para un instante t a través de la siguiente expresión:

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 \quad [3]$$

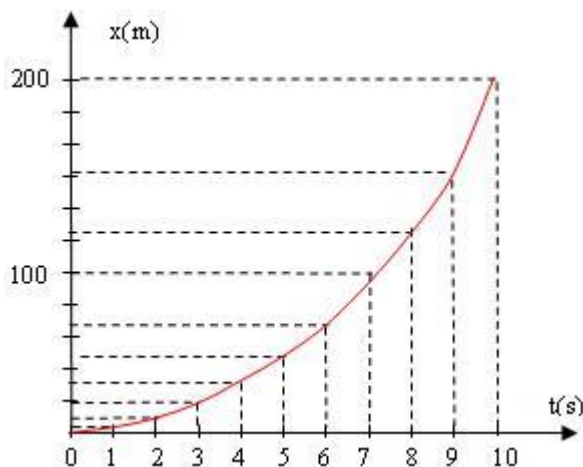
En efecto, como en este caso $a = 4$ m/s² y $t = 10$ s, reemplazando en la expresión anterior tenemos que

$$\Delta x = \frac{4(\text{m/s}^2) \times (10\text{s})^2}{2} = 200 \text{ m.}$$

También puedes verificar que el desplazamiento Δx corresponde al área achurada del gráfico de velocidades.

Supongamos que inicialmente el motociclista estaba en la posición $x = 0$. Si calculas sus posiciones (con la fórmula [3]) segundo a segundo, verás que ellas corresponden a los valores de la tabla y gráfico siguiente:

t(s)	x(m)
0	0
1	2
2	8
3	18
4	32
5	50
6	72
7	98
8	128
9	162
10	200



Aceleración de gravedad:

Una aceleración muy importante en nuestra vida cotidiana es la de gravedad (g), cuyo valor en la superficie terrestre ($9,8 \text{ m/s}^2$) podemos aproximar a 10 m/s^2 para facilitar los cálculos. Esta aceleración es la que experimenta una manzana u otro cuerpo cuando cae libremente desde cierta altura. Esta aceleración es independiente de la masa de los cuerpos y su valor se considera constante. Hablamos de caída libre, para referirnos a una caída donde el roce con el aire es totalmente despreciable y el cuerpo inicia su movimiento desde el reposo.

Relatividad del movimiento:

Tal como hemos dicho anteriormente, todo movimiento es necesariamente descrito respecto de un sistema de referencia. Normalmente, cuando decimos que la velocidad de un auto es de 50 km/h o que la aceleración de una piedra que cae es 10 m/s^2 , el sistema de referencia es el suelo (el planeta tierra), y no necesitamos especificarlo. Sin embargo, el sistema de referencia no es siempre evidente: la descripción de un movimiento, como veremos, puede ser totalmente distinta dependiendo del sistema de referencias que consideremos.

Supón que te encuentras a bordo de un gran barco que se mueve de manera constante en una zona donde al agua es tan calma que no alcanzas a percibir perturbación alguna. En tales condiciones, es decir, cuando nos movemos rectilíneamente con velocidad constante, no existe experimento alguno que nos permita demostrar que estamos en movimiento salvo que estemos mirando por una ventana del vehículo o bien algún punto de referencia. Galileo Galilei, empleando este ejemplo, estableció unas ecuaciones que permiten "transformar" la velocidad de un cuerpo de acuerdo al observador o sistema de referencia desde el cual se observe el movimiento.

Imagina que nos desplazamos en un tren que se mueve de manera totalmente rectilínea con una velocidad de constante de módulo 100 km/h respecto de la Tierra. A esta velocidad le llamaremos V_T . Supón además que en el interior del tren, un niño avanza por el pasillo corriendo con una velocidad constante de 5 km/h respecto del tren y en el mismo sentido que éste avanza, velocidad que denotamos por V_N .

Comparemos lo que observaría una persona ubicada en reposo en el suelo (en la Tierra) con lo que aprecia un pasajero del tren sentado en un asiento y en reposo respecto de este vehículo:

- El pasajero (que está en reposo respecto del tren) observaría que el niño se mueve con una velocidad de 5 km/h , ya que su sistema de referencia es el tren.
- El observador en Tierra percibiría que el tren se está moviendo a 100 km/h y al mismo tiempo el niño respecto del tren a 5 km/h . En tal caso, la velocidad del niño respecto de la Tierra (que llamaremos V_{NT}) sería de 105 km/h , de acuerdo a la siguiente relación:

$$\begin{aligned} V_{NT} &= V_T + V_N \\ V_{NT} &= 100 \text{ km/h} + 5 \text{ km/h} \\ V_{NT} &= 105 \text{ km/h} \end{aligned}$$

¿Y si el niño se moviese en sentido opuesto al tren? En tal caso el observador en Tierra vería al niño moverse con una velocidad menor que la del tren respecto de Tierra, es decir:

$$\begin{aligned} V_{NT} &= V_T - V_N \\ V_{NT} &= 100 \text{ km/h} - 5 \text{ km/h} \\ V_{NT} &= 95 \text{ km/h} \end{aligned}$$



En otras palabras, la misma persona posee en un sistema de referencias una rapidez de 5 km/h y en otro 105 km/h . Una piedra se mueve en línea recta en un sistema de referencias y sigue una curva en otro. Lo importante de entender es que ambas descripciones son correctas.

Sistemas de referencia y trayectoria

La trayectoria de un cuerpo, también puede cambiar al cambiar de sistema referencia. Por ejemplo, si en el mismo tren anterior dejamos caer un cuerpo libremente, un observador en el interior del vagón observará un movimiento rectilíneo y totalmente vertical. Sin embargo para el observador situado en Tierra, la piedra no sólo se mueve verticalmente sino que además tiene un movimiento horizontal debido a la velocidad con que el tren se mueve. Este observador percibirá entonces una trayectoria curva (parabólica).

Lo mismo ocurre cuando desde un avión que vuela horizontalmente a cierta altura con velocidad constante se deja caer un bulto. Para el tripulante del avión, el bulto cae verticalmente ya que siempre lo percibe debajo de él, mientras que para un observador en Tierra el bulto se mueve parabólicamente, debido a su movimiento vertical combinado con el movimiento horizontal.

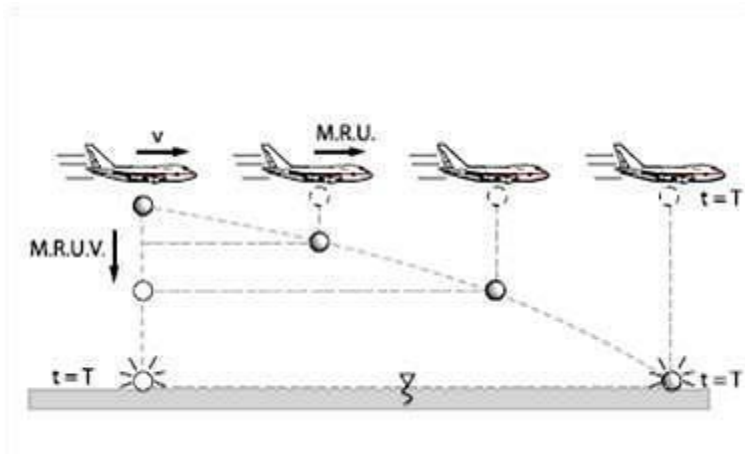


Imagen tomada de www.copauefa2006-tiana.blogspot.com