

MOVIMIENTO EN UNA DIMENSIÓN

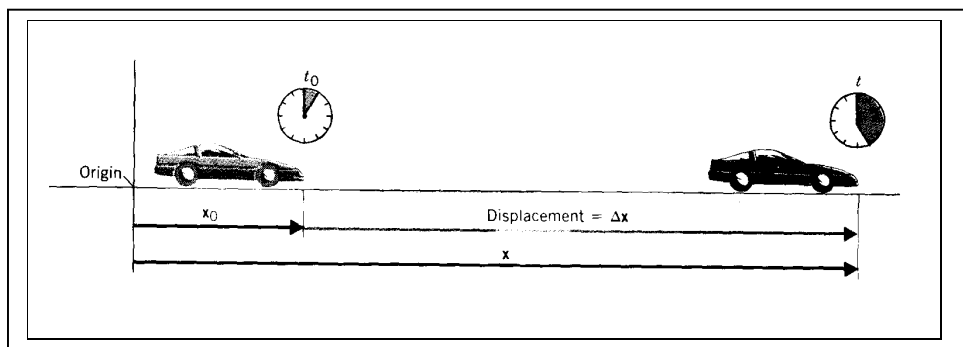
Los objetos que nos rodean están en movimiento, un pájaro que vuela, una hoja que cae, un coche que circula, nosotros mismos describimos movimientos que pueden llegar a ser muy complejos y difíciles de describir, sin embargo es fácil llegar a conclusiones aplicables a cualquier movimiento si se simplifica la realidad. Una simplificación en el estudio de los movimientos consiste en considerar movimientos de trayectoria rectilínea y no tener en cuenta las dimensiones del móvil, es decir considerarlo como un punto.

La cinemática trata de la descripción del movimiento. Para describir el movimiento de un objeto, hay que especificar dónde se encuentra el objeto en cualquier instante

POSICIÓN Y DESPLAZAMIENTO

Un objeto se mueve cuando cambia su posición.. La **posición** se determina mediante su distancia a un punto de origen tomado arbitrariamente, y la representaremos por x

La figura nos indica cómo se determina la posición de un coche en un camino recto.



La posición inicial del coche es x_0 . Al cabo de un cierto tiempo el coche se ha movido a una nueva posición indicada por x

El cambio de posición se mide mediante el **desplazamiento** y se simboliza por Δx (se lee como "delta de x" o variación de x) Se define como la diferencia entre la posición final (x) y la posición inicial (x_0). La letra griega Δ delta se usa para indicar esta diferencia. Es importante notar que el cambio en cualquier variable es siempre el valor final menos el valor inicial.

El desplazamiento de un objeto se determina restando a la posición final x la posición inicial x_0

$$\Delta x = x - x_0$$

La unidad de desplazamiento como la de la posición en el SI es el metro (m), pero también se suelen utilizar otras unidades como el centímetro (cm) y el kilómetro (km)

Para distinguir las posiciones de los puntos que están a derecha e izquierda del origen se les asigna signos + o -, generalmente positivas para las posiciones situadas a la derecha del origen y signo negativo para las posiciones situadas a la izquierda.

En un movimiento a lo largo de una línea de la recta un desplazamiento es positivo cuando dicho movimiento tiene lugar en el sentido del negativo al positivo. Si a la derecha del origen se le ha asignado signo positivo, todo desplazamiento de izquierda a derecha es positivo y en caso contrario negativo.

EJEMPLO

Un coche va por una carretera y pasa de un punto A a otro B. Las posiciones de estos puntos son: $x_A = 5$ km hasta $x_B = 15$ km.

- ¿Cuál ha sido su desplazamiento?
- ¿Cuál será el desplazamiento del coche si se mueve desde B a A?
- ¿Cuál será el desplazamiento total del coche si va de A a B y vuelve a A?

Razonamiento:

Según la definición de desplazamiento, este se calcula restando a la posición final la posición inicial

$$\Delta x = x - x_0$$

Cálculos

Para cada caso

- $\Delta x = x_B - x_A$
 $\Delta x = 15 \text{ km} - 5 \text{ km} = 10 \text{ km}$
- $\Delta x = x_A - x_B = 5 \text{ km} - 15 \text{ km} = -10 \text{ km}$
- $\Delta x = x_A - x_A = 5 \text{ km} - 5 \text{ km} = 0 \text{ km}$

Un desplazamiento negativo significa que el objeto se mueve en sentido contrario al sentido positivo tomado arbitrariamente.

El **camino recorrido** es la longitud del camino recorrido cualquiera que sea la forma de la trayectoria. Aunque en el lenguaje cotidiano camino recorrido y desplazamiento son sinónimos en física no lo son siempre. Solo coinciden en el caso de un móvil que moviéndose en línea recta no cambia de sentido.

EJEMPLO

¿Cuál es el camino recorrido para el coche que va de la posición $x_A = 5$ km a $x_B = 15$ km y vuelve a $x_A = 5$ km?

Razonamiento :

El camino recorrido es la distancia total recorrida, por tanto será la suma del camino recorrido en la primera etapa (pasa de A a B) y el camino recorrido en la segunda etapa (pasa de B a A)

Cálculos:

$$s = 10 + 10 = 20 \text{ km}$$

El camino recorrido ha sido 20 km, mientras que el desplazamiento ha sido cero (caso c del ejemplo 1)

EJERCICIOS

1. Recibimos la información de que un coche ha tenido un accidente en el km 168 de la A 7. ¿Qué dato nos proporcionan: el camino recorrido por el coche antes del accidente, el lugar exacto del accidente o el desplazamiento realizado por el coche antes del accidente.
2. Un coche parte del kilometro 30, llega hasta el kilometro 75 y luego retrocede hasta el kilómetro 45. ¿Cuál es el desplazamiento y el camino recorrido?
- 3 Una abeja sale de la colmena y vuela 2 km antes de regresar. ¿El desplazamiento efectuado coincide con la distancia recorrida? ¿Si no, porqué no?
4. Da tres ejemplos de caminos recorridos que tengan un desplazamiento de 3 m. Idem para un desplazamiento de -5 m.

RÁPIDEZ

Una de las características más evidentes en el estudio de un objeto en movimiento es describir lo rápido que se mueve. La rapidez de dos móviles se comparan observando las distancias realizadas en el mismo tiempo. El que haya realizado mayor distancia será el más rápido

La rapidez media de un móvil se define como el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo invertido en recorrerla, es decir, la distancia recorrida por unidad de tiempo

En forma de ecuación:

$$\text{rapidez media} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo empleado}}$$

De la definición anterior se deduce que la unidad de rapidez en el SI es la de una distancia dividida por un tiempo que en el SI corresponderá a m/s También se suele expresar en km/h

Si un móvil se mueve con la misma rapidez podremos calcular la distancia que recorrerá en un tiempo determinado.

EJEMPLO: Distancia realizada por un corredor

¿Qué distancia recorre un corredor en 2 h si su rapidez media es de 2,1 m/s

Razonamiento

De la ecuación que relaciona rapidez, distancia y tiempo se despeja la distancia

$$\text{distancia} = (\text{rapidez media}) \times (\text{tiempo})$$

Cálculo

Se sustituyen los valores dados en la ecuación teniendo en cuenta que sus unidades sean coherentes, así vemos que:

$$\text{distancia recorrida} = (2,1 \text{ m/s}) \cdot (2\text{h})$$

La distancia recorrida daría 4,2 m.h/s, la cuál obviamente no es una unidad de distancia. Para obtener una unidad de distancia (m en el SI) habrá que poner el tiempo en segundos ($2h = 7200s$)
 distancia = $2,1 \text{ m/s} \cdot 7200s = 15100 \text{ m}$

EJERCICIOS

5. Un atleta recorre 1500m en un tiempo de 3 min. 29,46s. Calcula su rapidez media

6 El sonido se propaga a una rapidez constante de 343 m/ s en el aire. ¿Aproximadamente cuánto tiempo (en segundos) tarda el sonido del trueno en recorrer 10 km.

7 En la tabla siguiente se indica las distancias recorridas por tres objetos (A, B y C) y los tiempos invertidos

Objeto	distancia recorrida	tiempo
A	400 m	2 min.
B	27 km	1,5 h
C	60 cm	2 s

¿Qué objeto se ha movido con mayor rapidez?

¿Podrías calcular la distancia que recorrería el objeto A en un tiempo de tres minutos?

8. A menudo, los semáforos se programan de modo que si se viaja a una rapidez constante se puede evitar encontrar el semáforo en rojo. Comenta cómo se pueden regular las luces, considerando que la distancia entre ellas varía de un semáforo a otro.

9. Un coche se mueve a una rapidez constante de 98 km/ h. El conductor se distrae durante unos dos segundos mirando un anuncio que aparece a lo lejos ¿Qué distancia recorre el coche durante este tiempo?

10. Un avión se encuentra en un pista de aterrizaje a la espera de despegar. En un pista de aterrizaje adyacente y paralela aterriza otro avión que lleva una rapidez de 45 m/ s. El avión que aterriza tiene una longitud de 36 m.¿ Durante cuánto tiempo podrá ver el avión que aterriza un pasajero del avión parado a través de la ventanilla que es muy estrecha?

11. Un corredor de 18 años puede realizar una carrera de 100 m con una rapidez media de 4,38 m/s. Otro corredor de 50 años realiza la misma carrera con una rapidez media de 4,27 m/s.. Si los dos corredores quieren realizar juntos la carrera de 100 m ¿cuanto tiempo más tarde ha de comenzar la carrera el corredor más joven para llegar a la meta ambos corredores a la vez?

12. Una mujer con su perro sale de su casa hacia un río que está a 5,0 km. La mujer se desplaza en línea recta con una rapidez constante de 2,5 m/s. El perro que está suelto, se desplaza haciendo carreras de idas y venidas entre el río y su dueña con una rapidez de 4,5 m/s. ¿Cuál es la distancia recorrida por el perro cuando llegan al río?

VELOCIDAD

La velocidad media de un móvil es el cociente entre el desplazamiento realizado y el tiempo invertido, es decir, el desplazamiento realizado por unidad de tiempo

$$\text{velocidad media} = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo empleado}} \quad v = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

siendo x la posición del móvil en el instante t , y x_0 la posición inicial en el instante t_0

La unidad de velocidad media en el SI es metro por segundo (:m/s)

EJEMPLO Una prueba de velocidad

Para establecer un récord de velocidad en bicicleta sobre 1 km , un ciclista realizó una carrera en una recta de esta distancia, primero de izquierda a derecha y después de derecha a izquierda para contrarrestar los posibles efectos del viento, el tiempo empleado fue respectivamente de .64,8s y 66,0s.¿Qué velocidad media alcanzó en cada caso?

Razonamiento

La velocidad media viene dada por la fórmula

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

Tomamos como sentido positivo de izquierda a derecha

Cálculo

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{+1000\text{m}}{64,8} = 15,4 \text{ m/s}$$

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-1000\text{m}}{66,0} = -15,1 \text{ m/s}$$

EJERCICIOS

13. Dos aviones parten de Barcelona, uno hacia Sevilla y otro hacia Valencia. Cada avión viaja a una rapidez de 250 m/ s. ¿Tienen velocidades iguales? Explícalo.

14. Justifica si las siguientes las siguientes frases son correctas o incorrecta

(a) *La velocidad y la rapidez son términos sinónimos.*

(b) *Si la velocidad media de una partícula en un determinado intervalo de tiempo es cero la partícula está en reposo*

15. La velocidad media de un móvil en un largo recorrido tiene un valor positivo. ¿Es posible que las velocidades medias en intervalos de tiempo más pequeños del mismo recorrido tengan valores diferentes e incluso de diferente signo? Justifica tus respuestas.

16. Un coche recorre un trayecto recto de 60,0 km con una velocidad media de 40,0 km/h. Los primeros 15 km los realiza con una velocidad constante de 25 km/h, y los siguientes 32 km con una velocidad constante de 62 km/h. ¿Con que velocidad constante recorrió los restantes 13 km?

Cuando se mide la velocidad media de un objeto, como por ejemplo la de un ciclista que ha sido de 55 km/h, no nos da ningún detalle sobre el movimiento, como: ¿fue el ciclista más rápido al comienzo o al final de su recorrido? o ¿en que tramo disminuyó su velocidad? Se puede responder a estas preguntas, midiendo la velocidad media en intervalos de tiempo cada vez más pequeños. Cuando el intervalo es lo suficientemente pequeño hablaremos de la **velocidad instantánea**

La velocidad instantánea es la velocidad media en un intervalo de tiempo muy pequeño

La velocidad instantánea se designa por v y matemáticamente se puede simbolizar por

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v_m$$

El símbolo $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} v_m$ se lee como el límite de la velocidad media cuando incremento de t tiende a cero, es decir, la velocidad media para un intervalo de tiempo tan pequeño como imaginarse pueda.

La velocidad instantánea podrá pues simbolizarse:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

EJERCICIOS

17 ¿En qué caso la velocidad indicada por el velocímetro de un coche coincide con la velocidad obtenida al dividir el desplazamiento que se ha hecho por el tiempo empleado?

18 Si la velocidad instantánea no varía de un instante a otro, ¿serán diferentes las velocidades medias correspondientes a diferentes intervalos de tiempo?

ACELERACIÓN

En la mayoría de los movimientos la velocidad no permanece constante sino que va variando con el tiempo, decimos que el objeto tiene **aceleración**. Cuando un coche arranca, un ciclista frena, un corredor sale en una carrera o un avión despegar o aterriza existe una aceleración

La **aceleración media** se define como la variación de velocidad que experimenta un objeto en una unidad de tiempo.

En forma de ecuación

$$\text{aceleración media} = \frac{\text{variación de velocidad}}{\text{tiempo empleado}} \quad a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

siendo v la velocidad del móvil en el instante t , y v_0 la posición inicial en el instante t_0

La unidad de la aceleración en el SI es m/s/s o m/s²

EJEMPLO La aceleración de un coche de carreras

En una pruebas de un nuevo coche se consigue que partiendo del reposo adquiera una velocidad de 180 km/h en 30s, ¿cuál es la aceleración media del coche?

Razonamiento:

Se trata de un movimiento acelerado. Puesto que parte del reposo $v_0 = 0$ y contando el tiempo en este instante ($t_0=0$), el coche acelera hasta que la velocidad $v = 180$ km/h en un tiempo $t = 30$ s. Decidimos que sentido designamos como positivo; aquí consideramos que el que coche se mueve en sentido positivo

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

Cálculo

Se sustituye en la expresión de la aceleración los valores conocidos:

$$a = \frac{180 \text{ km/h} - 0 \text{ km/h}}{30 \text{ s} - 0 \text{ s}} = + 6,0 \frac{\text{km/h}}{\text{s}}$$

La aceleración calculada se dice que es de 6 kilómetros por hora y por segundo, es decir que el coche aumenta en cada segundo su velocidad en 6 km/h. Así al 1^{er} segundo su velocidad habrá pasado de 0 a 6 km/h, en el 2^o segundo su velocidad será de 12/ km/h, en el tercer segundo 18 km/h y así sucesivamente hasta llegar al segundo treinta en que su velocidad será de 180 km/h

Es habitual expresar las unidades en el SI, así para la aceleración habrá que expresar la variación de la velocidad en m/s y el tiempo en segundos y las unidades de aceleración serán el m/s²

EJEMPLO De nuevo la aceleración

Un coche va a 180 km/h (50 m/s) en una carrera, cuando atraviesa la línea de meta, el conductor frena y consigue aminorar su velocidad hasta 10 m/s en 8 segundos ¿cuál es la aceleración media que han proporcionado los frenos?

Razonamiento

Se trata de un movimiento en el que varía la velocidad y por tanto existe una aceleración. La velocidad inicial es de 50 m/s y la velocidad final de 10 m/s. Consideramos el sentido en que se mueve el coche como positivo

Aplicamos la expresión:

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Cálculos

$$a_m = \frac{10 \text{ m/s} - 50 \text{ m/s}}{8 \text{ s}} = -5,0 \text{ m/s}^2$$

La aceleración calculada es negativa, esto significa que esta dirigida en sentido contrario a la velocidad a la que hemos considerado como positiva.

La velocidad del coche disminuye y la aceleración esta dirigida es sentido contrario a la velocidad.

Podemos medir la aceleración que lleva un móvil en intervalos de tiempo cada vez más pequeños, Cuando el intervalo de tiempo es suficientemente pequeño hablaremos de **aceleración instantánea**

La aceleración instantánea es la aceleración media en un intervalo de tiempo muy pequeño. Se designa por a y matemáticamente se puede simbolizar por

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} a_m$$

El simbolo $\lim a_m$ se lee como el límite de la aceleración media cuando incremento de t tiende a cero

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

EJERCICIOS

19. Un coche que va a 75 km/h pasa a 120 km/h en 11 segundos ¿Cuál es la aceleración media del coche?

20. En un determinado instante un coche y un camión van por una autopista cada uno en el carril contiguo al otro. El coche lleva una velocidad mayor que el camión. ¿Tiene el coche necesariamente una aceleración mayor que el camión? Explicalo.

21a) ¿Es posible que un móvil tenga en un instante velocidad cero y su aceleración no sea cero?

b) ¿Es posible que aumente la velocidad de una partícula y su aceleración sea negativa?

DESCRIPCIÓN GRAFICA DE UN MOVIMIENTO

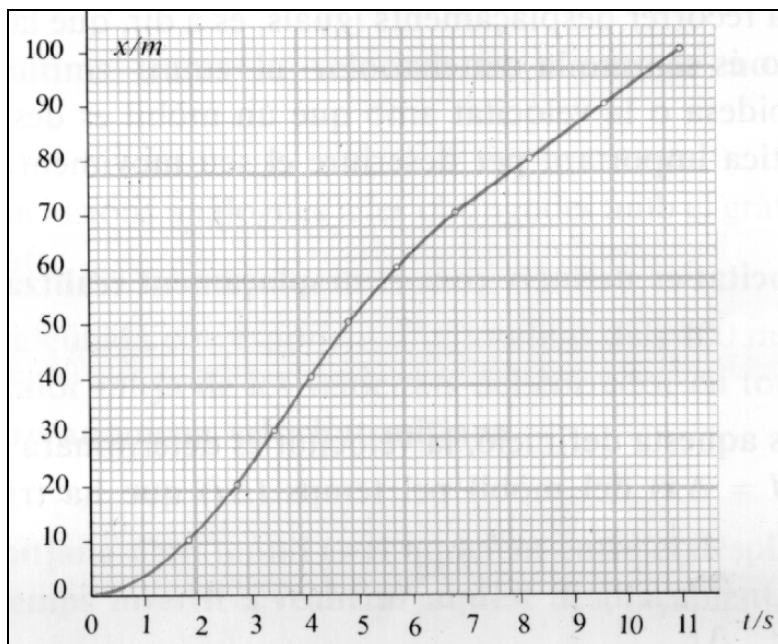
Para describir un movimiento se utilizan gráficas. Se acostumbra representar la posición o la velocidad frente al tiempo. La gráfica de un movimiento permite tener una idea general de éste y hacer interpolaciones (hacer determinaciones de x y de v comprendidos entre valores medios de tiempo).

Gráfica posición-tiempo (x-t)

Supongamos un atleta en una carrera de 100 m al que se le ha cronometrado cada 10 m de recorrido. Los resultados del cronometraje de la carrera se recogen en la tabla siguiente. En la última fila se muestran los intervalos de tiempos entre dos cronómetros consecutivos, es decir, los tiempos que el atleta invierte en recorrer cada desplazamiento de 10 m.

tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
x/m	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
t/s		1,8	2,7	3,4	4,1	4,8	5,7	6,8	8,2	9,5	11,0
$\Delta x/s$		1,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,9	1,1	1,4	1,4	1,4

Con estos valores se representa la gráfica x-t



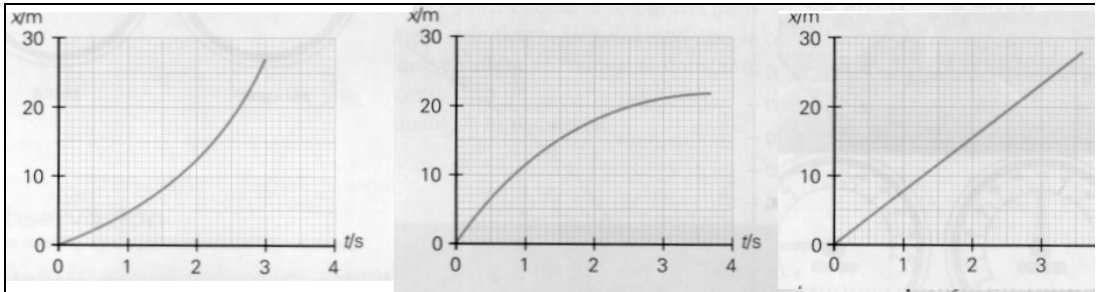
Con los tiempos invertidos por el atleta en cada tramo de 10 m (última fila de la tabla) podemos comparar las velocidades medias empleadas. Comparemos estos valores de la tabla con la correspondiente forma de la gráfica x-t.

Tabla	Gráfica
<p>En los tres primeros tramos el tiempo que invierte disminuye desde 1,8 hasta 0,7 segundos. La velocidad aumenta.</p>	<p>- Línea curva con inclinación o pendiente creciente</p>
<p>Desde el tercer tramo hasta el quinto, emplea tiempos iguales en recorrer cada tramo (0,7 s). La velocidad no varía.</p>	<p>- La línea es una recta inclinada (pendiente constante).</p>
<p>Desde el quinto al octavo tramo, el tiempo que invierte aumenta en cada uno de ellos (0,9 s; 1,1 s y 1,4 s). la velocidad disminuye.</p>	<p>- Línea curva con pendiente decreciente.</p>
<p>Los tramos octavo, noveno y décimo los recorre en tiempos iguales (1,4 s). La velocidad no varía.</p>	<p>- La línea vuelve a ser recta, aunque con menos pendiente.</p>

¿Qué utilidad tiene la gráfica x-t?

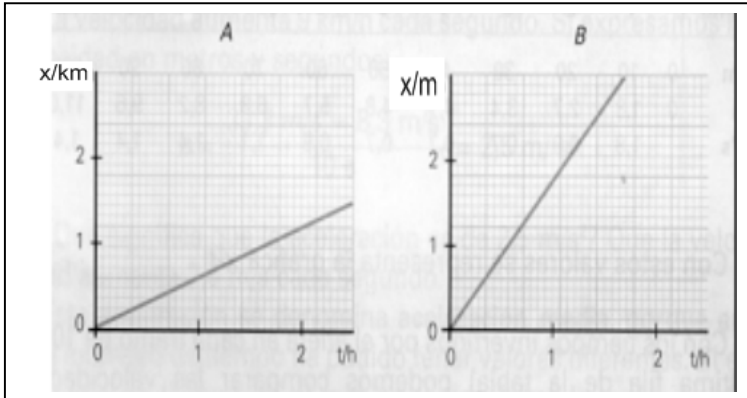
- Nos da una rápida descripción de cómo ha sido el movimiento.
- Podemos determinar pares de valores posición-tiempo que no han sido registrados. A esta operación se le llama **interpolar**. Así, por ejemplo, la gráfica posición-tiempo de la página anterior nos indica que el atleta pasó por la posición 24 m a los 3 s.
- Nos permite detectar los cambios de velocidad, atendiendo los cambios de pendiente de la línea tangente a la curva.

EJERCICIOS



22. Indica de manera razonada cómo varía la velocidad de los móviles cuyos gráficos x-t se muestran a continuación.

23. Los gráficos A y B corresponden a dos móviles

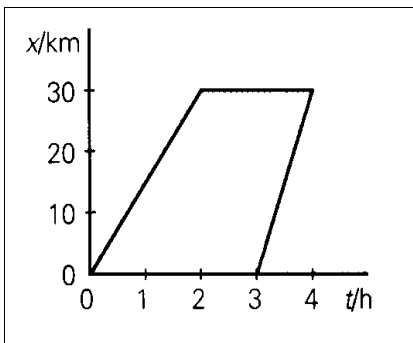
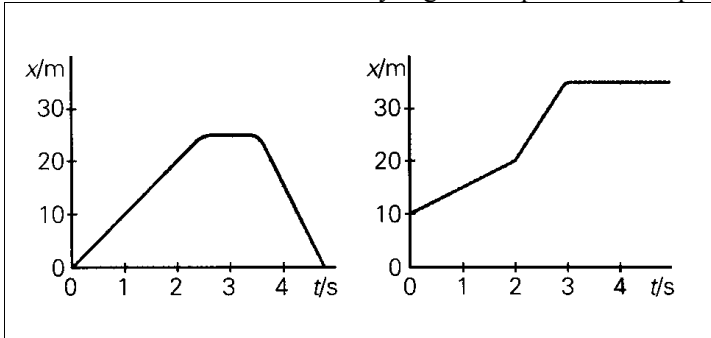


¿Qué móvil se desplaza con mayor velocidad?

•

24. Dibuja de manera aproximada los gráficos $x-t$ y $v-t$ de un coche que se desplaza por una calle a una velocidad constante, se para en un semáforo en rojo, y vuelve a ponerse en marcha cuando el semáforo cambia a verde.

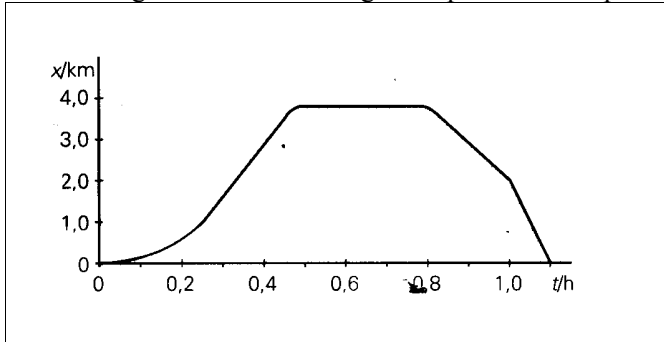
25. Describe los movimientos cuyas gráficas posición-tiempo son las de la figura.



26. Una persona camina hasta la esquina de su calle para depositar una carta en el buzón de correos y regresa. Dibuja una gráfica posición-tiempo que describa aproximadamente el movimiento de la persona.

27. Imaginemos que la gráfica de la figura describe el movimiento de un objeto. ¿Representa una situación real? Explícalo.

28. En la figura observamos la gráfica posición-tiempo de un ciclista.



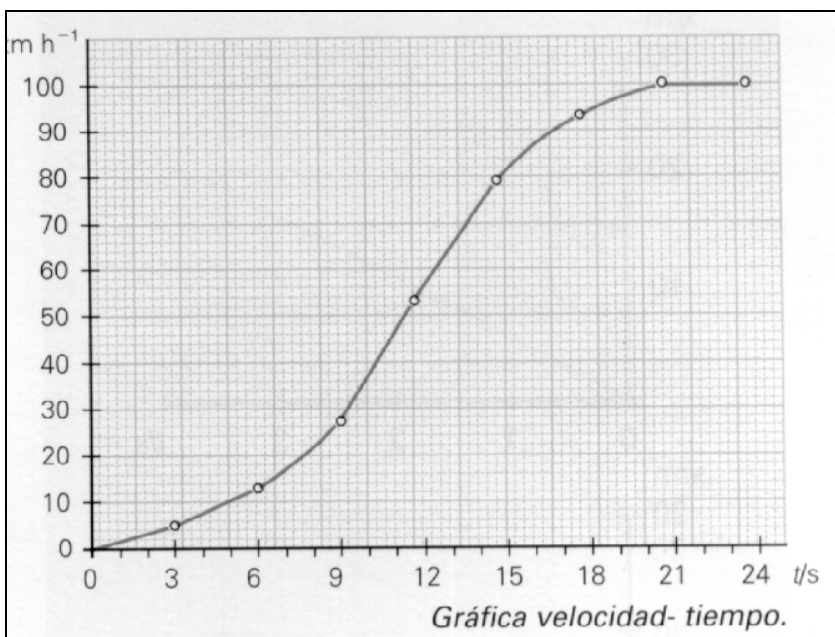
- a) Describe la variación de la velocidad del ciclista a lo largo del tiempo registrado en la gráfica.
- b) ¿En qué intervalos el movimiento fue uniforme?
- c) Calcula la velocidad máxima alcanzada por el ciclista.

Gráfica velocidad-tiempo (v-t)

Veamos un ejemplo de gráfica v-t. Supongamos que estamos en un coche en reposo que se pone en marcha, y anotamos la velocidad indicada por el velocímetro cada tres segundos hasta un total de ocho lecturas (24 s). Los datos se recogen en la tabla siguiente. En la última fila se muestran los incrementos de velocidad para cada intervalo.

Intervalo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
t/s	3	6	9	12	15	18	21	24
v/km.h ⁻¹	5	13	27	53	79	93	100	100
Δv/km.h ⁻¹	5	8	14	26	26	14	7	0

Con estos datos se construye la gráfica v-t.



Con los incrementos de velocidad cada tres segundos (última fila de la tabla) podemos comparar las aceleraciones que el coche experimenta. Comparemos estos valores de la tabla con la correspondiente forma de la gráfica $v-t$.

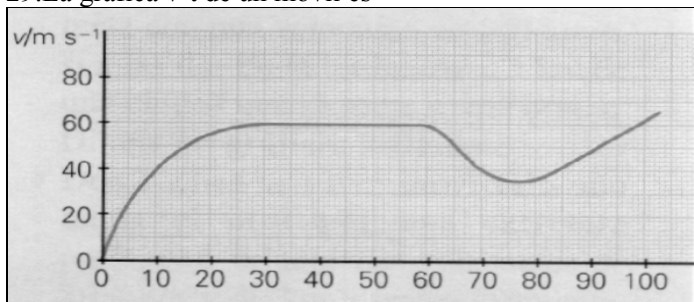
Tabla	Gráfica
En los tres primeros intervalos de tiempo el coche experimenta aumentos de velocidad <i>cada vez</i> mayores (5, 8 y 14 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$). la aceleración aumenta.	En la gráfica corresponde a <i>una</i> línea curva de pendiente creciente.
En los intervalos de tiempo cuarto y quinto, la velocidad experimenta aumentos iguales (26 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$). La aceleración es constante (no varía).	Línea recta inclinada (pendiente constante),
En los intervalos sexto y séptimo, los aumentos de velocidad son cada vez menores. La aceleración disminuye.	Línea curva de pendiente decreciente.
En el último intervalo, la velocidad no aumenta. La aceleración es nula.	Línea recta y horizontal (pendiente nula).

¿Qué utilidad tiene la gráfica $v-t$?

- Nos permite tener una visión rápida de la variación de la velocidad con el tiempo.
- Podemos determinar pares de valores $v-t$ que no están en la tabla.
- Nos permite detectar los cambios de aceleración, considerando los cambios de pendientes de la línea recta tangente a la curva.

EJERCICIOS

29. La gráfica $v-t$ de un móvil es



Indica en que instante la aceleración es máxima

Calcula la aceleración en el instante 40 s

30 Haz la gráfica velocidad-tiempo de un móvil que, partiendo del reposo con aceleración constante, alcanza una velocidad de 30 m/s a los 2 segundos, que la mantiene constante en los siguientes 3 segundos, y que, por último, disminuye uniformemente la velocidad hasta pararse en otros 3 segundos.

TIPOS DE MOVIMIENTOS RECTILINEOS

Las magnitudes anteriores: desplazamiento, velocidad media e instantánea y aceleración media e instantánea sirven para describir cualquier tipo de movimiento rectilíneo, vamos ahora a utilizarlas para describir dos tipos de movimiento rectilíneo:

- Movimiento rectilíneo con velocidad constante
- Movimiento rectilíneo con aceleración constante

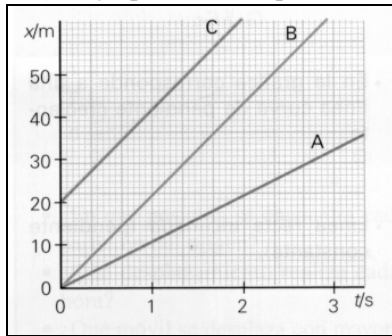
MOVIMIENTO RECTILINEO CON VELOCIDAD CONSTANTE

Es el movimiento de un objeto que en tiempos iguales realiza desplazamientos iguales, es decir su velocidad es constante. A dicho movimiento se le denomina **movimiento uniforme**.

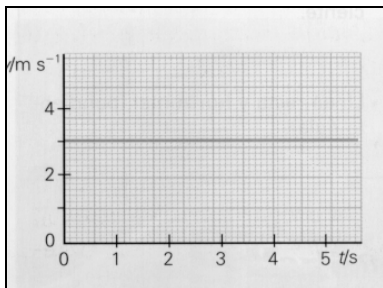
Gráficas de un movimiento uniforme

Gráfica posición-tiempo (x-t)

La gráfica x-t de un móvil con velocidad constante, será una línea recta (línea con pendiente constante), cuya pendiente depende de la velocidad.



En la figura se representan las gráficas x-t de tres móviles (A, B y C), con velocidades constantes (tres rectas). El móvil A tiene una velocidad de 10 m/s y la velocidad de B es de 20 m/s (la recta del móvil B tiene mayor pendiente que la del A). El móvil C tiene igual velocidad que el B, pero su gráfica no pasa por el origen, porque está a 20 m del origen cuando se empieza a contar el tiempo.



Gráfica velocidad-tiempo (v-t)

Al ser la velocidad constante, la gráfica v-t será una recta horizontal.

Ecuaciones del movimiento uniforme

Puesto que la velocidad en un movimiento uniforme es constante, la velocidad media en un intervalo coincidirá con la velocidad en cualquier instante y podremos escribir:

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

Por tanto, para cualquier movimiento uniforme la velocidad, el desplazamiento y el tiempo vienen relacionados por la ecuación:

$$\Delta x = v \Delta t$$

Considerando que $\Delta x = x - x_0$, tenemos otra ecuación que nos relaciona posición velocidad y tiempo.

$$x = x_0 + v \Delta t$$

EJEMPLO

¿Qué desplazamiento realizara en 3 segundos un móvil con velocidad constante de 5 m/s

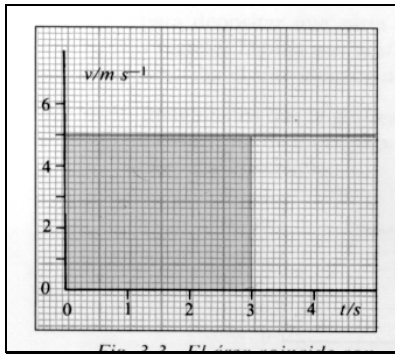
Razonamiento

Aplicamos la ecuación $\Delta x = v \Delta t$

Si tiene una velocidad constante de 5 m/s, quiere decir que en 1 segundo recorre siempre 5 m; luego en 3 s recorrerá 15 m

Cálculos

$$\Delta x = 5 \text{ m/s} \cdot 3 \text{ s} = 15 \text{ m}$$



Al observar la gráfica $v-t$ podemos ver que este desplazamiento coincide con el área del rectángulo sombreado. Por tanto, para cualquier movimiento con velocidad constante el desplazamiento también lo podemos calcular o gráficamente mediante el área limitada por la gráfica $v-t$ y el intervalo de tiempo.

EJERCICIOS

31. ¿Qué tiempo invierte un móvil en hacer un desplazamiento de 21 m si lo recorre a una velocidad constante de 7,0m/s?
32. Un móvil que se mueve a velocidad constante de 5 m/s esta a 3 m del origen cuando se empieza a contar el tiempo ¿Cuál será su posición a los 4s? Escribe su ecuación de posición
33. Escribe la ecuación de posición ($x-t$) de un coche que se mueve por una carretera recta a una velocidad constante de 100 km/h si a las 3 de la tarde está a 5 km de una ciudad que se toma como origen. Dibuja las gráficas $x-t$ y $v-t$.

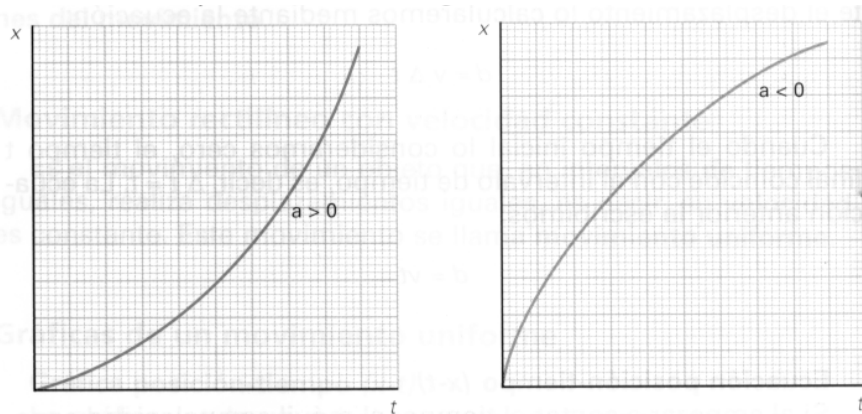
MOVIMIENTO CON ACELERACIÓN CONSTANTE

El movimiento con aceleración constante es corriente en la Naturaleza , los cuerpos caen en las proximidades de la superficie de la Tierra con aceleración constante , cuando un coche u otro móvil frenan, podemos considerar de forma aproximada que el movimiento es con aceleración constante. Este tipo de movimiento se denomina **movimiento uniformemente acelerado**

Gráficas de un movimiento uniformemente acelerado

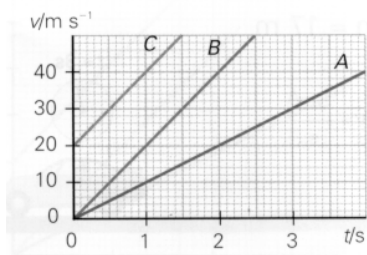
Gráfica posición-tiempo (x-t)

Como en este movimiento la velocidad varía continuamente, la gráfica x-t será una línea curva. La curva tendrá pendiente creciente si la velocidad aumenta, o pendiente decreciente si la velocidad disminuye (aceleración negativa).



Gráfica velocidad tiempo (v-t)

La gráfica v-t de un móvil con aceleración constante será **una línea recta** (línea con pendiente constante), cuya pendiente depende de la aceleración.



En la figura se representan las gráficas v t de tres móviles. La aceleración del móvil A es 10 m/s² y la del móvil B es de 20 m/s² (mayor pendiente). El móvil C tiene igual aceleración que el B, pero la recta no pasa por el origen porque tiene una velocidad inicial 20 m/s cuando se empieza a contar el tiempo.

Ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado

Puesto que la aceleración es constante, la aceleración media en un intervalo coincidirá con la aceleración en cualquier instante y podremos escribir:

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

y si se empieza a contar el tiempo cuando el móvil tiene la velocidad v_0 , entonces $t_0 = 0$

$$v - v_0$$

$$a = \frac{v - v_0}{t - 0}$$

$$v = v_0 + at$$

Esta expresión indica que la velocidad que alcanza un móvil, que se mueve con aceleración constante, al cabo de un tiempo t es igual a la velocidad que tiene al comienzo de contar el tiempo más el aumento de velocidad que ha experimentado en ese tiempo, es decir el producto de la aceleración por el tiempo.

EJEMPLO

El coche parte del reposo ($v_0=0$ en $t_0=0$) y alcanza una velocidad de 12m/s a los cuatro segundos, si la aceleración es constante ¿Cuál será esta aceleración? ¿Cómo varia la velocidad durante estos cuatro segundos?

Razonamiento

Se trata de un movimiento con aceleración constante y su velocidad aumentara de igual manera en cada segundo

Cálculos

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

$$a = \frac{12 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{4 \text{ s}} = + 3 \text{ m/s}^2$$

Así las velocidades sucesivas serán:

tiempo /s	velocidad/m/s
0	0
1	3
2	6
3	9
4	12

EJERCICIOS

34. Un coche puede pasar del reposo a tener una velocidad de 96 km/h en 5s. ¿ Qué aceleración ha experimentado? Di si el valor hallado correspondería a un valor medio o instantáneo

35. La tabla siguiente registra la velocidad de un móvil en instantes diferentes:

v/m/s	0	2,5	5,0	7,5	10	12,5
t/s	0	2	4	6	8	10

¿Cuál es la aceleración del móvil? ¿Qué tipo de movimiento es?

Ecuación del desplazamiento para un movimiento con aceleración constante

El desplazamiento lo determinaremos gráficamente midiendo el área limitada por la recta X-t y el intervalo de tiempo, como hicimos en el movimiento uniforme.

La gráfica v-t de un móvil con aceleración constante (a) que al *comenzar* a contar el tiempo tiene ya una velocidad (v_0) es la de la figura.

En un tiempo t en el que su velocidad ha pasado de un valor v_0 a v, el desplazamiento (d) realizado será igual al área sombreada de la gráfica v-t.

Esta área podemos descomponerla en un rectángulo y un triángulo. Así, el desplazamiento será igual

$$d = S_{\text{rectángulo}} + S_{\text{triángulo}}$$

El área de] rectángulo es igual a la base (t) por la altura (v_0).

$$S_{\text{rectángulo}} = v_0 t$$

El área del triángulo es igual a la mitad del producto de la base (t) por la altura (v - v_0).

$$S_{\text{triángulo}} = \frac{1}{2}(v - v_0) t$$

Por tanto, el desplazamiento es igual

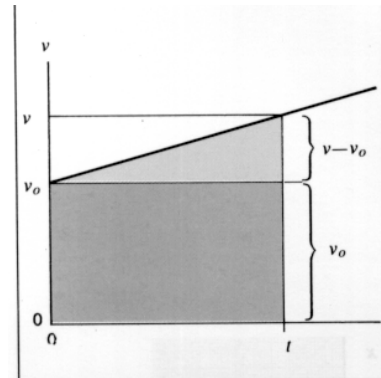
$$d = v_0 t + \frac{1}{2}(v - v_0) t$$

como $v = v_0 + at$, entonces $v - v_0 = at$

Sustituyendo en la ecuación anterior

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} at t = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$



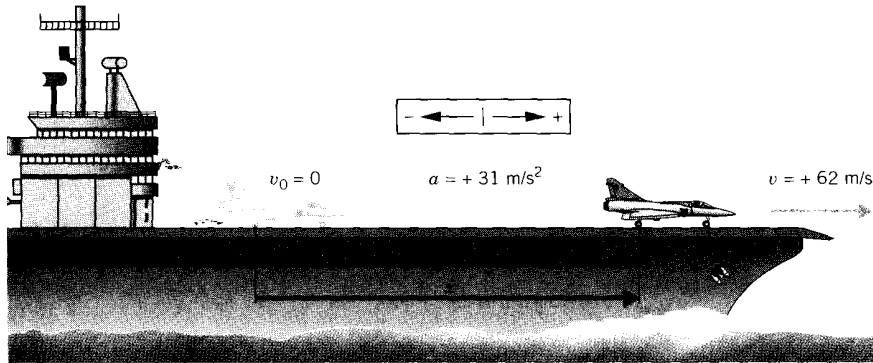
Es evidente que el objeto que lleva un movimiento con aceleración no realiza el mismo desplazamiento en el primer segundo que en el segundo o en el tercer segundo, etc, puesto que la velocidad es diferente en cada segundo, ¿cómo saber el desplazamiento que ha realizado un móvil que se mueve con aceleración constante durante un cierto tiempo?

De la ecuación anterior se deduce la ecuación que nos da la posición de un móvil con aceleración constante.

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

EJEMPLO *Despegue de un avión*

El avión de la figura está iniciando las maniobras de despegue. Partiendo del reposo el avión acelera 31 m/s^2 y alcanza una velocidad de 62 m/s ¿qué distancia recorrerá hasta alcanzar dicha velocidad)



Razonamiento:

El avión lleva un movimiento con aceleración constante
 Para relacionar los datos que poseemos con los que queremos hallar, usaremos las ecuaciones :

$$v = v_0 + at \qquad \Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

En estas dos ecuaciones hay cinco magnitudes

- Δx = desplazamiento
- a = aceleración constante
- v = velocidad final en el tiempo t
- v_0 = velocidad inicial
- t = tiempo transcurrido

Es útil colocar los datos en una tabla como la que se muestra a continuación

Δx	a	v	v_0	t
?	$+ 31 \text{ m/s}^2$	62 m/s	0 m/s	

Como v_0 es cero las ecuaciones anteriores quedan de la forma

$$v = at \qquad \Delta x = \frac{1}{2} a t^2$$

Cálculo

$$t = \frac{v}{a} \qquad ; \qquad t = \frac{62 \text{ m/s}}{31 \text{ m/s}^2} = 2,0 \text{ s}$$

Una vez conocido el tiempo, se puede hallar el desplazamiento

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2; \qquad \Delta x = \frac{1}{2} 31 \text{ m/s}^2 \cdot (2,0 \text{ s})^2; \qquad x = 62 \text{ m}$$

EJERCICIO

36. Una motora tiene una aceleración de $2,0 \text{ m/s}^2$. Si la velocidad inicial de la lancha es $6,0 \text{ m/s}$ ¿cuál será su desplazamiento al cabo de $8,0$ segundos.

Otra ecuación del movimiento uniformemente acelerado

La solución del problema anterior se ha realizado en dos etapas, calcular el tiempo y luego hallar el desplazamiento, esto puede realizarse en una sola, si agrupamos las dos expresiones anteriores en una sola que nos permita hallar el desplazamiento en función de la aceleración y la velocidad

$$v = v_0 + at$$

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Si despejamos t en la primera ecuación y sustituimos en la segunda tenemos :

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

$$\Delta x = v_0 \left(\frac{v - v_0}{a} \right) + \frac{1}{2} a \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2$$

$$\Delta x = \frac{v_0 v - v_0^2}{a} + \frac{1}{2} a \left(\frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0}{a^2} \right)$$

$$\Delta x = \frac{2v_0 v - 2v_0^2}{2a} + \frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0}{2a}$$

$$\Delta x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\boxed{v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x}$$

EJERCICIO

37. Un avión dispone de una pista de 400 m y ha de alcanzar una velocidad de 70 m/s para despegar. Calcular la aceleración de despegue supuesta constante.

38. Para cada una de las ecuaciones siguientes demuestra que las unidades del lado izquierdo son las mismas que las del derecho de la igualdad:

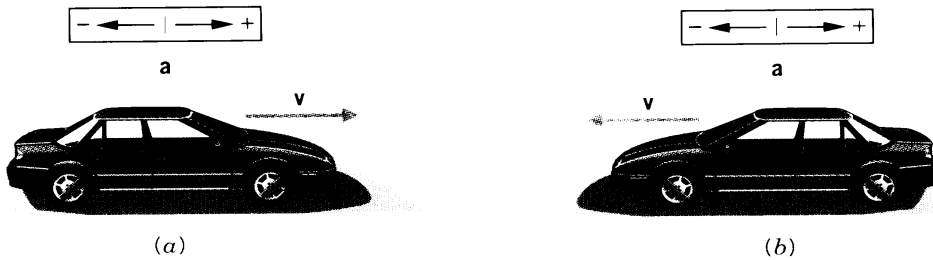
$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad y \quad v^2 = v_0^2 + 2ax$$

EJEMPLO. ¿Aceleración negativa o desaceleración?

Un coche se mueve a lo largo de una carretera recta y está disminuyendo su velocidad (esta desacelerando) ¿Tendrá la aceleración del coche un valor necesariamente negativo?

Razonamiento

Que el coche este desacelerando significa que la aceleración tiene sentido contrario a la velocidad,
 por tanto si asignamos a la velocidad un sentido positivo la aceleración será negativa , pero si
 asignamos a la velocidad un sentido negativo la aceleración sera positiva. El sentido de la acele-
 ración depende del sentido en el que el coche se esta moviendo..



EJERCICIO

39 Un coche se mueve hacia la izquierda que se considera el sentido negativo de la marcha. El sentido del movimiento se mantiene constante durante todo el recorrido. El valor de la velocidad inicial del coche es de 26 m/s y en un intervalo de 5 s cambia su velocidad a a) 28 m/s ,y b) 24 m/s. Halla en cada caso la aceleración (magnitud y sentido)y di si se trata de desaceleración o no

40. Da un ejemplo de la vida cotidiana en que la velocidad de un objeto sea cero en un instante determinado pero su aceleración no sea cero.

41. Un objeto que se mueve a aceleración constante puede disminuir su velocidad ¿Pero puede un objeto que esta parado permanecer parado si su aceleración es constante? Explicalo

APLICACIONES DE LAS ECUACIONES DE LA CINEMÁTICA

A continuación se proporcionan una serie de estrategias que son útiles para la resolución de los problemas de cinemática:

1) Antes de intentar resolver el problema comprobar que la información dada contiene valores de al menos tres de las cinco variables v, v_0, a, t, x

Datos

ecuación	x	a	v	v_0	t
$v=v_0+at$		/	/	/	
$\Delta x=v_0t + \frac{1}{2} at^2$	/	/		/	/
$v^2 = v_0^2 +2a\Delta x$	/	/	/	/	

2)Es aconsejable acompañar cada problema con un dibujo que ilustre la situación Decidir al comienzo el origen de coordenadas y asignar el sentido positivo o negativo, esta decisión es arbitraria pero una vez fijada hay que mantenerla a lo largo de todos los cálculos ya que x, v y a son vectores y hay que tener en cuenta su sentido; todas las magnitudes que tengan el mismo sentido que la fijada como positiva serán positivas y las que tengan sentido contrario , negativas.

3) Escribir los valores de cada variable con el signo + 0 - apropiados

EJERCICIOS

42. Un esquiador que empieza a deslizar por una pendiente desde el reposo con una aceleración de $1,6 \text{ m/s}^2$. ¿Cuál es su desplazamiento al cabo de $5,0 \text{ s}$?

43. Una velocista sale en una carrera con una aceleración de $2,3 \text{ m/s}^2$ que mantiene durante $2,0 \text{ s}$, Después su aceleración se hace cero durante el resto de la carrera.

- a) ¿Qué velocidad lleva a los $2,0 \text{ s}$ de carrera)
b) ¿Cuál es la velocidad que lleva al final de la carrera?

44. Un objeto que tiene una velocidad inicial de $+9 \text{ m/s}$ tiene una aceleración constante de -2 m/s^2

- a) ¿Qué significado tiene el signo negativo de la aceleración?
b) ¿Cuándo se parará?
c) ¿Cuándo volverá a su posición inicial?
d) ¿Cuál será su velocidad?

45. Una nave espacial se mueve con una velocidad de 3250 m/s . Se enciende su cohete de frenado y empieza a disminuir su velocidad con una aceleración de $10,0 \text{ m/s}^2$. ¿Que velocidad lleva la nave cuando ha recorrido 215 km desde el momento en que empezó a funcionar el cohete?

46. Para un coche que va a 100 km/h la distancia mínima de parada al aplicar los frenos es de 52 m .

- a) Hallar la aceleración, supuesta constante
b) ¿Cuánto tardará en pararse el coche?
c) ¿Cuál sería la distancia de frenado en las mismas condiciones si la velocidad fuera de 125 km/h

CAIDA LIBRE DE LOS CUERPOS

En ausencia de resistencia del aire se observa que todos los cuerpos caen en un mismo lugar en las proximidades de la Tierra con un movimiento de aceleración constante, este movimiento ideal en que se supone despreciable la resistencia del aire se llama caída libre. Puesto que la aceleración es constante se pueden aplicar las fórmulas del movimiento con aceleración constante. La aceleración con la que caen los cuerpos es la aceleración de la gravedad y se designa por el símbolo g . La aceleración de la gravedad esta dirigida siempre hacia abajo, hacia el centro de la tierra. Aproximadamente en la superficie de la tierra $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Las ecuaciones de la cinemática para el movimiento con aceleración constante se aplican a la caída libre, aunque se acostumbra a designar el desplazamiento por y , puesto que los cuerpos caen en dirección vertical, eje y de un sistema de coordenadas cartesianas.

EJEMPLO

Caída de una piedra.

Se deja caer una piedra desde lo alto de un acantilado, ¿ qué desplazamiento ha realizado la piedra al cabo de 4 s ?

Razonamiento

Elegimos como origen de nuestro sistema de referencia el punto de lanzamiento de la piedra, tomamos como sentido positivo hacia abajo. La velocidad inicial de la piedra es $v_0 = 0$, la aceleración de la gravedad (según el criterio elegido) será positiva puesto que esta dirigida hacia abajo.

Datos:

y	a	v	v_0	t
?	9,80 m/s ²		0	4s

La ecuación adecuada que nos permite relacionar las variables es:

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2$$

Cálculo

$$\Delta x = \frac{1}{2}(9,8\text{m/s}^2)(4\text{s})^2 = 78,4 \text{ m}$$

EJEMPLO *La velocidad de la piedra en cualquier instante*

Después de 4 s de caída ¿cuál será la velocidad de la piedra anterior?

Razonamiento

Puesto que es un movimiento de caída libre la velocidad de la piedra aumenta en 9,8 m/s cada segundo, es decir $a = 9,8 \text{ m/s}^2$

La velocidad nos la proporciona la ecuación

$$v = v_0 + at$$

Cálculos

$$v = (9,8 \text{ m/s}^2)(4\text{s}) = 39,2 \text{ m/s}$$

EJERCICIO

47 Repite los ejemplos anteriores cambiando el criterio de signos, es decir fijando el origen al igual que antes en el punto de lanzamiento pero suponiendo el sentido hacia abajo como negativo. Interpreta el significado de los signos obtenidos.

48. Se deja caer una pelota desde una gran altura

- ¿Cuánto habrá recorrido durante el primer segundo
- ¿Qué velocidad llevará en este instante?
- ¿Qué velocidad llevara a los 2 s?
- ¿Cuánto recorrerá desde $t=1\text{s}$ a $t= 2\text{s}$?

EJEMPLO *¿Hasta que altura llega un objeto lanzado hacia arriba?*

Lanzamos hacia arriba una pelota con una velocidad de 30 m/s ¿qué altura alcanzará?

Razonamiento:

La pelota lanzada hacia arriba tiene una velocidad inicial $v_0=30 \text{ m/s}$, dirigida hacia arriba y esta sometida a la aceleración de la gravedad que esta constantemente dirigida hacia abajo, por tanto al

tener velocidad y aceleración sentidos contrarios la velocidad va disminuyendo en 9,8 m/s en cada segundo ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$) hasta que se hace cero al llegar al punto más alto.

Tomamos como origen el punto de lanzamiento de la pelota y consideramos como positivo el sentido hacia arriba (recuerda que la elección del origen y el criterio de signos son arbitrarios)

Para facilitar los cálculos podemos tomar $g = 10 \text{ m/s}^2$ y la velocidad ira disminuyendo en 10 m/s cada segundo y la velocidad final al llegar al punto más alto es $v=0$

Cálculo

y	a	v	v_0	t
?	- 10 m/s ²	0	+ 30 m/s	

Con estos datos podemos utilizar la ecuación:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta y$$

Dado que $\Delta y = y - y_0$, puesto que $y_0 = 0$, la máxima altura y será

$$y = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - (30 \text{ m/s})^2}{2(-10 \text{ m/s}^2)} = + 45 \text{ m}$$

EJEMPLO

¿Cuanto tiempo tarda una pelota lanzada a 30 m/s en subir, es decir hasta llegar al punto más alto?

Razonamiento

La situación es la misma que en el caso anterior, seguimos con el mismo criterio de signos y por tanto las variables tienen el mismo signo que en la tabla del ejemplo anterior.

Cálculo

Aplicamos la ecuación

$$v = v_0 + at$$

$$0 = 30 \text{ m/s} + (-10)t$$

$$t = \frac{30 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2} = 3 \text{ s}$$

EJEMPLO

¿Cuánto tiempo esta en el aire la pelota del ejercicio anterior?

Razonamiento

El término caída libre es aplicable a una caída o a un lanzamiento hacia arriba, es decir al bajar o al subir un objeto la aceleración a que se ve sometido es la de la gravedad $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ (aproximadamente 10 m/s^2 en nuestro ejemplo). Para hallar el tiempo que esta la pelota en el aire hay que tener en cuenta que como la posición inicial (punto de lanzamiento) coincide con la posición final por tanto $\Delta y = 0$

$$\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\Delta y = 0$$

$$0 = v_0 + \frac{1}{2} a t^2$$

$$0 = (+30 \text{ m/s})t + \frac{1}{2}(-10 \text{ m/s}^2)t^2$$

$$0 = t \left[+30 \text{ m/s} + \frac{1}{2}(-10 \text{ m/s}^2)t \right]$$

Las soluciones son:

$$t = 0 \quad \text{y} \quad +30 \text{ m/s} + \frac{1}{2}(-10)t = 0$$

$$(5 \text{ m/s}^2)t = +30 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{30 \text{ m/s}}{5 \text{ m/s}^2} = 6 \text{ s}$$

Se puede justificar también la simetría que existe en las velocidades: la de lanzamiento de la pelota hacia arriba y la velocidad que lleva la pelota cuando al caer vuelve a pasar por el punto de partida. Analizando el movimiento, dividiéndolo en tres partes, y teniendo en cuenta que:

La aceleración de la gravedad es la misma y esta dirigida siempre en el mismo sentido, tanto al subir como al bajar, como en el punto más alto.

La velocidad al ser lanzada hacia arriba tiene un valor de $+30 \text{ m/s}$ según nuestro criterio de signos.

La velocidad en el punto más alto vale 0

Al subir	$v_0 = +30 \text{ m/s}$	$v = 0$	$g = -10 \text{ m/s}^2$	$t = 3 \text{ s}$
		$v = 0$	$g = -10 \text{ m/s}^2$	
En el punto más alto	$v_0 = 0$	$v = ?$	$g = -10 \text{ m/s}^2$	$t = 3 \text{ s}$
Al bajar				

Al bajar:

$$v = v_0 + at$$

$$v = 0 + (-10 \text{ m/s}^2) \cdot 3 \text{ s}$$

$$v = -30 \text{ m/s}$$

La velocidad cuando vuelve a pasar por el mismo punto será $v = -30 \text{ m/s}$

El significado del signo negativo de la velocidad es que su sentido es contrario al que hemos tomado como positivo, recuerda:

↑ +
↓ -

EJERCICIOS

49 ¿Con que velocidad debe de lanzarse una flecha hacia arriba para que alcance una altura de 110 m en 5,4s?

50. Supón que una piedra se lanza verticalmente hacia arriba y ocho segundos más tarde vuelve al punto de partida. ¿Cuál es la velocidad inicial de la piedra?

51 . Un cohete se lanza desde el reposo con una aceleración de $20,0 \text{ m/s}^2$. A una altura de 415 m los motores separan pero el cohete sigue ascendiendo. Calcula el tiempo que estará el cohete en el aire desde que se paran los motores hasta que cae al suelo

PROBLEMAS COMPLEMENTARIOS DE MOVIMIENTO DE UNA DIMENSIÓN

1. Un objeto puntual con movimiento rectilíneo uniformemente acelerado tarda 4 segundos en pasar de la posición 8 m a la posición 40m, alcanzando en esa posición una velocidad de 10 m/s. Calcular:

a) La aceleración con que se mueve y la velocidad que tenía al pasar por la posición 8 m b) El tiempo que invertirá en pasar de la posición 40m a la posición 300m.

2. Un hombre se encuentra en un acantilado a 30 m sobre el suelo, lanza una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad v_0 . Si la piedra choca contra el suelo 3,5 s después de que se tiró Calcular:

a) La velocidad v_0 con que fue lanzada

b) La velocidad con que llegará al suelo en el instante antes de chocar

3. Un móvil se mueve sobre una recta con movimiento uniformemente acelerado. En los instantes 0, 1, 2 y 3 s las posiciones son: 40, 70, 90 y 100 m. Calcular: a) La velocidad inicial del móvil y la aceleración. b) El instante en que pasa por el origen de coordenadas.

4. Un hombre corre con la máxima velocidad que puede, 6 m/s , para coger un tren que está a punto de salir. Cuando se encuentra en el andén 32 m de la escalera del último vagón, el tren arranca con una aceleración constante de $0,5 \text{ m/s}^2$. ¿Conseguirá el hombre coger el tren?

5. Un hombre se encuentra en un ascensor que desciende con una velocidad constante de 2m/s . En un instante dado suelta una moneda a $1,5\text{m}$ del suelo del ascensor. Calcular :
- El tiempo que tarda la moneda en llegar al suelo del ascensor.
 - La velocidad de la moneda un instante antes de chocar con el suelo del ascensor.
6. Un punto A se encuentra en la misma vertical que otro punto B y a 60m sobre este. Desde A se deja caer un cuerpo sin velocidad inicial. Desde B se lanza dos segundos después otro cuerpo verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de valor 20m/s . ¿En que punto chocarán los dos cuerpos?
7. Desde lo alto de una torre se deja caer una piedra sin velocidad inicial. Dos segundos más tarde se lanza hacia abajo una segunda piedra desde la misma posición con una velocidad inicial de 25m/s . Calcula la altura de la torre sabiendo que ambas piedras llegan al suelo simultáneamente. ¿Cuál será la velocidad de cada piedra un instante antes de tocar el suelo?