

## CINEMÁTICA I

La Cinemática estudia el **movimiento** de los cuerpos, sin preocuparse de las causas que lo generan. Por ejemplo, al analizar el desplazamiento de un automóvil, diremos que se mueve en línea recta, que su rapidez es de 60 Km/h y que luego aumenta a 100 Km/h, etc., pero no trata de explicar las causas de cada uno de estos hechos.

En esta unidad un cuerpo o móvil será tratado como una **partícula**, o sea, no interesan sus dimensiones, forma, etc.

¿Cómo es el movimiento?

El movimiento de un cuerpo visto por un observador, depende del **punto de referencia** en el cuál se halla situado. Suponga que un avión que vuela horizontalmente deja caer una bomba. Si observara la caída de la bomba estando en el interior, observaría que cae en línea vertical. Por otra parte, si se estuviera de pie sobre la superficie de la tierra observando la caída de la bomba, se advertiría que describe una curva. Como conclusión, el movimiento es **relativo**.

El problema surge en la elección de ejes coordenados que estén en reposo absoluto, a los cuales referir todos los movimientos. Esto, en realidad, es imposible, ya que no disponemos de ningún punto de referencia que sea inmóvil. En nuestro estudio que veremos a continuación consideraremos ejes coordenados ligados a tierra, porque, generalmente estamos acostumbrados a considerar el movimiento de los cuerpos suponiendo la Tierra en reposo (por convención).

**Ejemplo:**

1. Es de interés de la cinemática:
  - A) Fuerzas externas
  - B) La masa de los cuerpos
  - C) El volumen de los cuerpos
  - D) Todas las anteriores
  - E) Ninguna las anteriores

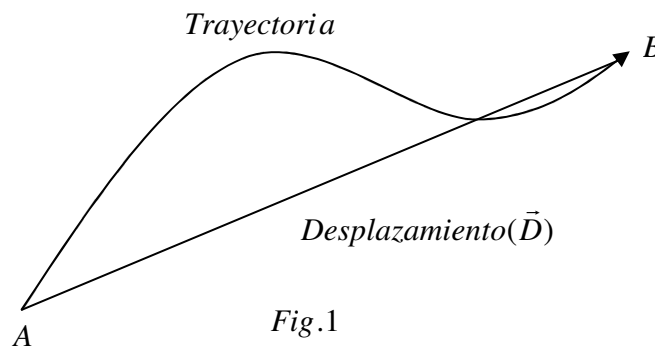
## Conceptos

**i) Trayectoria:** es la línea que une las distintas posiciones por las cuales pasa un móvil. Se puede clasificar en rectilínea y curvilínea.

**ii) Distancia y desplazamiento:** en el lenguaje cotidiano, estos conceptos suelen ser usados como sinónimos, lo cual es errado.

La distancia es la longitud de su trayectoria y se trata de una magnitud **escalar**.

El desplazamiento es la unión de la posición inicial (A) y final (B) de la trayectoria, y es una magnitud **vectorial**.



**Nota:** Si el desplazamiento es en línea recta, éste puede ser negativo o positivo, según el sentido de movimiento de la partícula. La distancia recorrida siempre será mayor o igual que la magnitud del desplazamiento (es igual cuando el movimiento entre dos posiciones sea rectilíneo y siempre que no exista regreso al punto de partida).

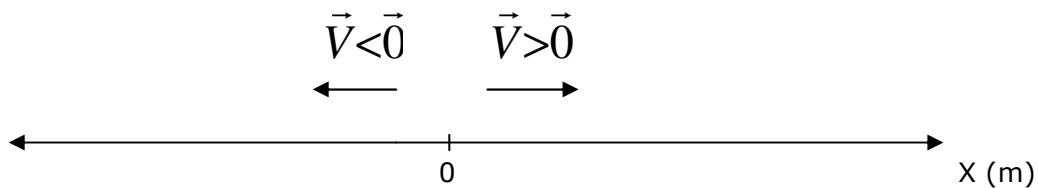
**iii) Rapidez y velocidad:** son dos magnitudes que suelen confundirse con frecuencia.

La rapidez es una magnitud escalar que relaciona la distancia recorrida con el tiempo.

La velocidad es una magnitud vectorial que relaciona el cambio de posición (o desplazamiento) con el tiempo.

¿Qué significa una velocidad negativa?

El signo (por convención) de la velocidad está relacionado con el sentido de movimiento.



Por lo tanto, cuidado con decir que una velocidad de  $-12 \text{ Km/h}$  es menor que una velocidad de  $6 \text{ Km/h}$ , ya que, el signo sólo está mostrando un sentido de movimiento contrario.

**iv) Rapidez media ( $V_M$ ):** es la relación entre la distancia total recorrida y el tiempo que tarda en recorrerla.

$$V_M = \frac{d_{total}}{t_{total}}$$

Recuerde que la dimensión de rapidez es la relación entre longitud con un intervalo de tiempo.

**v) Velocidad media ( $\vec{V}_M$ ):** relaciona el desplazamiento total y el tiempo que tarda en hacerlo.

$$\vec{V}_M = \frac{\vec{D}_{total}}{t_{total}}$$

**vi) Velocidad instantánea ( $\vec{V}(t)$ ):** un cuerpo no siempre puede viajar con velocidad constante, por esta razón es útil hablar de este concepto, el cual corresponde a la velocidad que posee el móvil en un determinado instante de tiempo de su recorrido. En este capítulo nos ocuparemos del movimiento en trayectorias rectilíneas, o sea, que la magnitud de la rapidez y velocidad son las mismas en cada instante. Sin embargo, es un buen hábito reservar el término velocidad para la descripción mas completa del movimiento. Una forma matemática de calcular esta velocidad, se mostrará más adelante cuando se analicen los tipos de movimientos.

**vii) Aceleración ( $\vec{a}$ ):** el concepto de aceleración siempre se relaciona con un cambio de velocidad en un intervalo de tiempo.

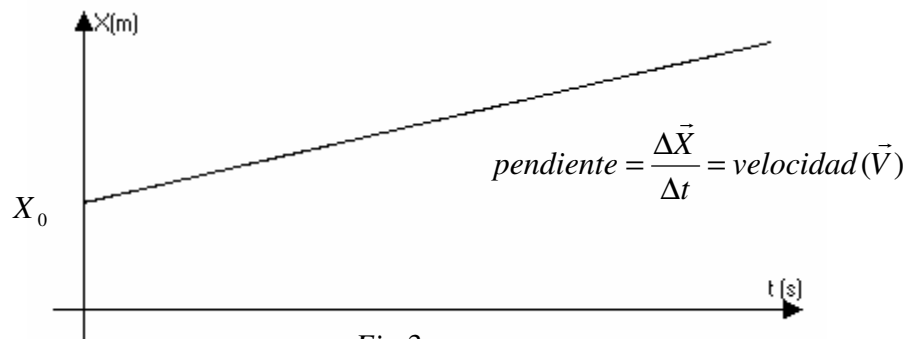
$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_{final} - \vec{V}_{inicial}}{t_{final} - t_{inicial}}$$

### Ejemplo:

2. Un motociclista estima que pasa 3 postes cada 5s. Si los postes están ubicados en línea recta y separados a 50m, ¿cuál es la rapidez media del motociclista?
- A) 40 Km/h
  - B) 50 Km/h
  - C) 60 Km/h
  - D) 65 Km/h
  - E) 72 Km/h

## Tipos de movimientos

**i) Movimiento uniforme rectilíneo (MUR):** cuando un cuerpo se desplaza con velocidad constante a lo largo de una trayectoria rectilínea, se dice que describe un MUR. Como ejemplo supongamos que un automóvil se desplaza por una carretera recta y plana, y su velocímetro siempre indica una rapidez de  $60 \text{ Km/h}$ , lo cual significa que: en 1h el auto recorrerá 60Km, en 2h recorrerá 120 Km, en 3h recorrerá 180 Km. Si estos datos los llevamos a un gráfico de posición v/s tiempo, su comportamiento sería el siguiente:



La ecuación de la recta nos permitirá encontrar la información de cada posición de la partícula en el tiempo. Esta ecuación se denomina **ecuación de itinerario**.

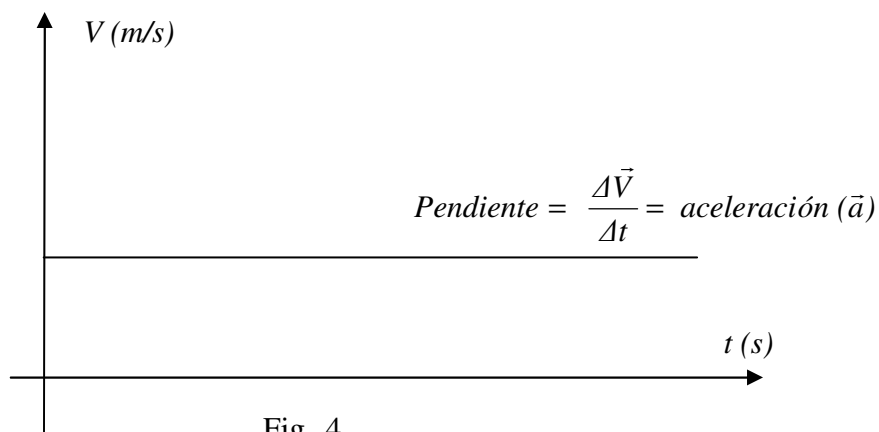
**Nota:** la velocidad es constante, ya que la pendiente es única. El signo de la velocidad se debe respetar para el cálculo de desplazamientos.

$$X(t) = X_0 + V \cdot t$$

$X_0$  = posición inicial

Si  $X_0 = 0$  (m), tenemos  $X(t) = V \cdot t$ , conocida como la expresión  $d = V \cdot t$

A continuación se mostrarán los comportamientos gráficos de la velocidad y aceleración en el tiempo:



Como la velocidad es constante, implica que la aceleración en un MUR **siempre** es cero

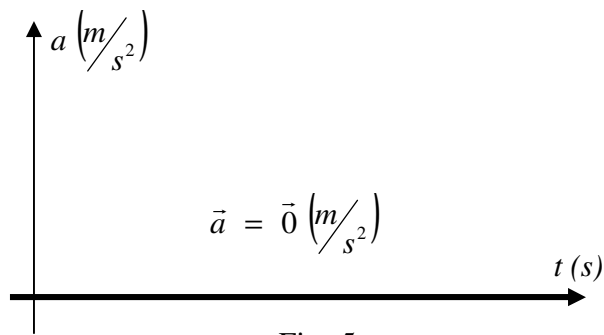


Fig. 5

**ii) Movimiento rectilíneo uniformemente variado:** el movimiento con aceleración más sencillo, es el rectilíneo, en el cual la velocidad cambia a razón constante, lo que implica una aceleración invariable en el tiempo.

**Nota:** Cuando el vector velocidad y aceleración tienen el mismo sentido y dirección, el móvil aumenta su rapidez en tiempo (acelerado).

Cuando el vector velocidad y aceleración tienen distinto sentido e igual dirección, el móvil disminuye su rapidez en el tiempo (retardado).

Imaginemos un móvil estacionado en una posición  $X_0$  a la derecha del origen (posición  $0(m)$ ), él comienza a moverse en línea recta, alejándose del origen (sentido positivo por convención), aumentando su velocidad proporcional con el tiempo, lo cual implica que su aceleración es constante y positiva. La situación anterior representa un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, lo cual será analizado gráficamente:

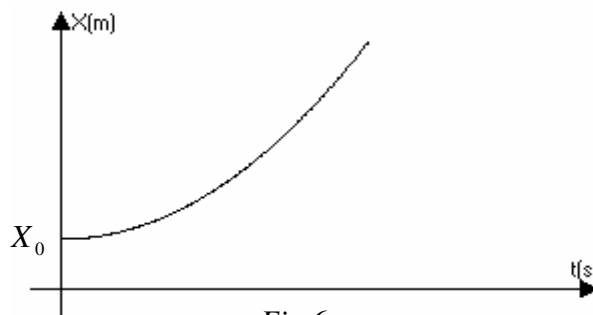
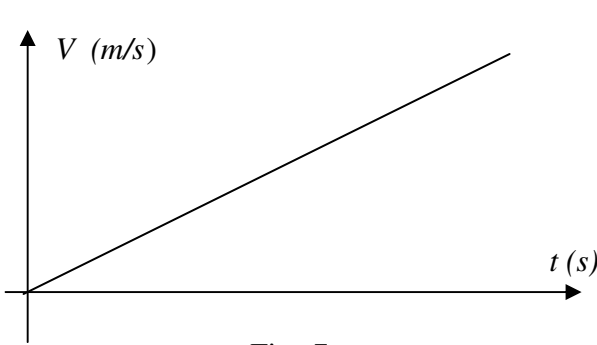


Fig.6

La ecuación de itinerario generalizada esta representada por:

$$X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

El comportamiento de la velocidad y aceleración en función del tiempo es el siguiente:



De acuerdo a la figura 8, podemos determinar la velocidad instantánea que posee el móvil, encontrando la ecuación de la recta:

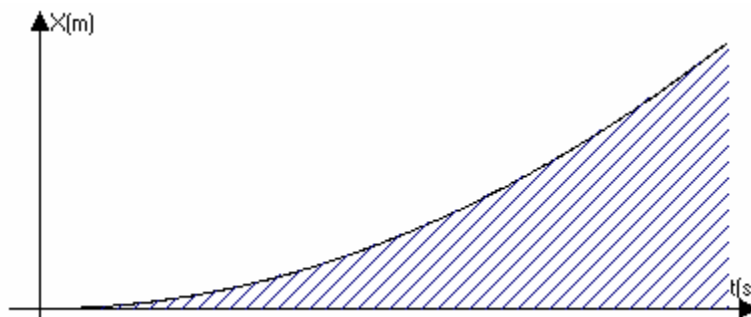
$$V(t) = a \cdot t$$

En la expresión generalizada para la velocidad instantánea, hay que tener en cuenta la velocidad inicial  $V_0$  :

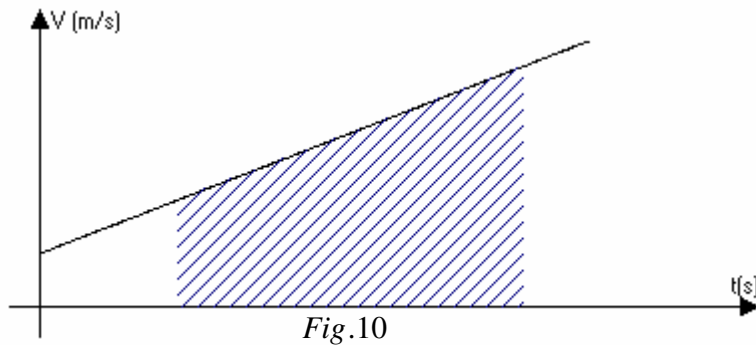
$$V(t) = V_0 + a \cdot t$$

Las ecuaciones anteriores sirven para movimientos uniformes acelerados y retardados, sólo hay que poner cuidado con el signo de velocidades y aceleraciones.

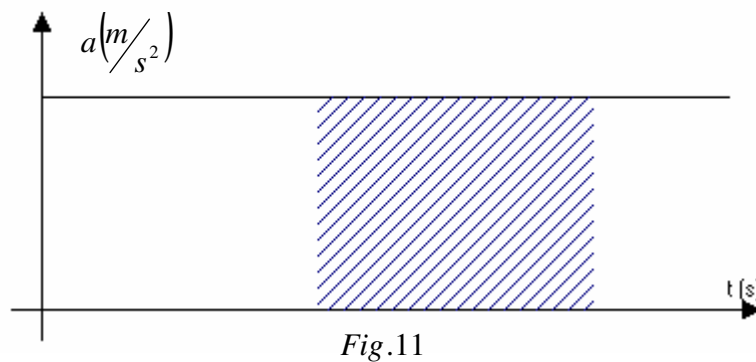
¿Qué indica el área bajo la curva en un gráfico?



Analizando dimensionalmente, el área (grafico X v/s t) genera una multiplicación de posición y tiempo, lo cual en cinemática no implica ningún concepto físico.



El cálculo del área (grafico V v/s t) genera una multiplicación de velocidad y tiempo, con lo cual podemos obtener la distancia recorrida en un intervalo de tiempo determinado, para el cual hay que tomar el valor absoluto de el área a calcular. También se puede obtener desplazamiento total teniendo en cuenta el signo.



El cálculo del área (gráfico a v/s t) genera una multiplicación entre aceleración y tiempo, con lo cual se puede obtener la variación de velocidad (respetando los signos).

**Ejemplo:**

3. De acuerdo a la figura 12 se afirma que
- I) entre C y D el movimiento es más rápido que entre A y B.
  - II) a los 8 segundos el móvil se encuentra detenido.
  - III) entre E y F la rapidez es la misma que entre G y H.

Es (son) correcta (s)

- A) Sólo I
- B) Sólo I y II
- C) Sólo I y III
- D) Sólo II y III
- E) I, II y III

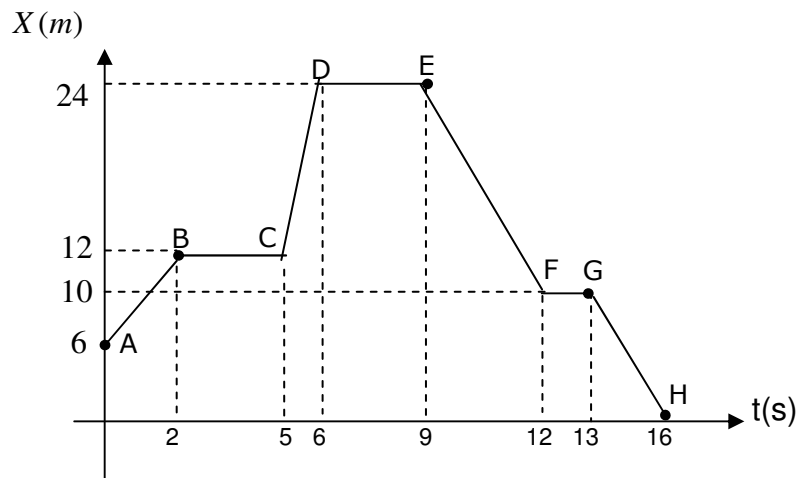


Fig.12

## PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. Si un móvil viaja con rapidez constante de 36 Km/h durante 1,5 minutos, entonces en este lapso recorre

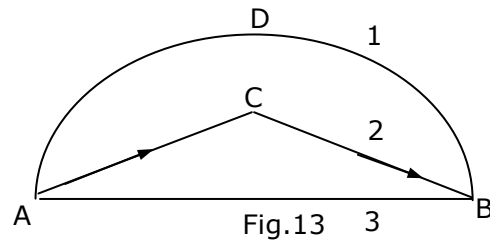
- A) 36 m
- B) 45 m
- C) 54 m
- D) 90 m
- E) 900 m

2. El módulo del vector desplazamiento coincide con la distancia recorrida de un punto P a un punto Q cuando la trayectoria es igual

- A) a una semicircunferencia de diámetro  $\overline{PQ}$ .
- B) al segmento rectilíneo  $\overline{PQ}$ .
- C) a cualquier curva que tenga por extremos P y Q.
- D) Todas las anteriores.
- E) Ninguna de las anteriores.

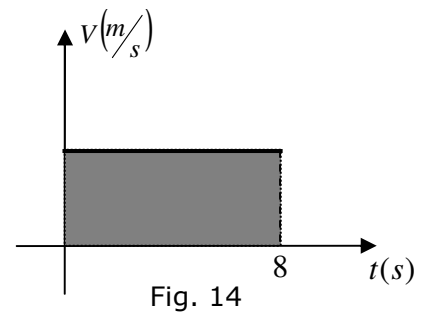
3. En la figura 13, el vector desplazamiento entre A y B es

- A) igual al vector desplazamiento entre B y A.
- B) de mayor módulo que el desplazamiento entre B y A.
- C) de menor módulo que el desplazamiento entre B y A.
- D) igual a  $\overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CB}$
- E) igual a  $\overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CA}$



4. En el gráfico de la figura 14, la zona sombreada representa

- A) el camino recorrido entre  $t = 0s$  y  $t = 8s$ .
- B) la variación de rapidez entre  $t = 0s$  y  $t = 8s$ .
- C) el cambio total de rapidez entre  $t = 0s$  y  $t = 8s$ .
- D) la rapidez media entre  $t = 0s$  y  $t = 8s$ .
- E) la aceleración media entre  $t = 0s$  y  $t = 8s$ .





5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **FALSA**?

- A) La rapidez es una magnitud escalar.
- B) La aceleración es una magnitud vectorial.
- C) El tiempo es una magnitud escalar.
- D) La velocidad es una magnitud vectorial.
- E) El desplazamiento es una magnitud escalar.

6. Un tren de pasajeros parte desde una estación en el mismo instante en que por una vía lateral pasa un tren de carga moviéndose con rapidez constante y en un sentido opuesto. La figura 15 muestra la rapidez en función del tiempo para ambos trenes. ¿Cuánto demora el tren de pasajeros en alcanzar la rapidez con que se mueve el tren de carga?

- A) 20 s
- B) 30 s
- C) 40 s
- D) 50 s
- E) 60 s

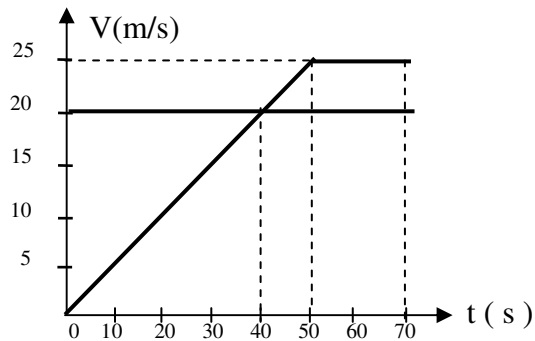


Fig.15

7. Un automóvil comienza a moverse con una aceleración constante de  $18 \frac{m}{s^2}$ . La velocidad del auto dos segundos después de iniciar su movimiento es de

- A) 9 m/s
- B) 16 m/s
- C) 18 m/s
- D) 32 m/s
- E) 36 m/s

8. Un móvil se mueve en línea recta con una rapidez cuya dependencia con el tiempo se muestra en la figura 16. ¿Qué distancia recorre este móvil en las primeras cuatro horas?

- A) 320 km.
- B) 240 km.
- C) 160 km.
- D) 80 km.
- E) 40 km.

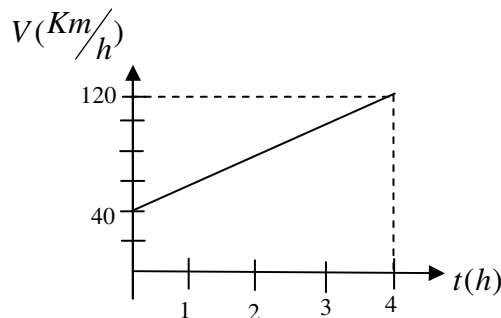
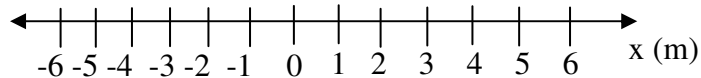


Fig.16

9. Con respecto a la siguiente recta, se afirma que el desplazamiento de un cuerpo que cambia de la posición

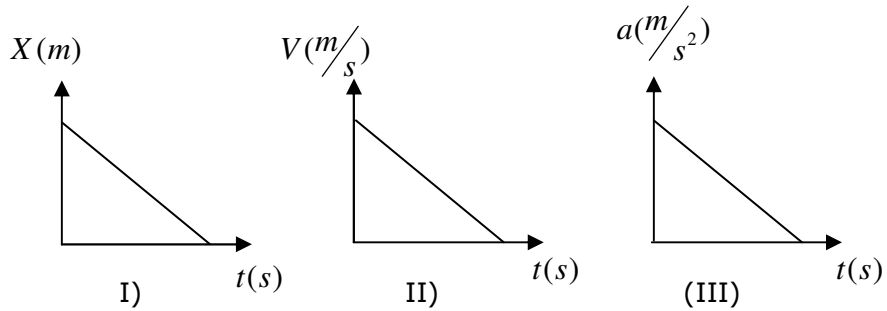
- I)  $x_1 = -4\text{m}$       a       $x_2 = 2\text{m}$  es igual a  $6\text{m}$ .  
II)  $x_1 = -4\text{m}$       a       $x_3 = -1\text{m}$  es igual a  $3\text{m}$ .  
III)  $x_2 = 2\text{m}$       a       $x_3 = -1\text{m}$  es igual a  $-3\text{m}$ .



De las afirmaciones anteriores es (son) verdadera(s)

- A) Sólo I  
B) Sólo I y II  
C) Sólo I y III  
D) I, II y III  
E) Ninguna
10. La velocidad de un móvil que parte del reposo con movimiento uniformemente acelerado es directamente proporcional
- A) al tiempo.  
B) a la aceleración.  
C) al espacio recorrido.  
D) al desplazamiento.  
E) al cuadrado del tiempo.
11. Se ha medido la aceleración de un móvil que viaja en línea recta, encontrándose el valor  $9 \text{ m/s}^2$ . Esto significa que en cada segundo
- A) el móvil recorre  $9 \text{ m}$ .  
B) el móvil recorre  $18 \text{ m}$ .  
C) la rapidez del móvil aumenta en  $3 \text{ m/s}$ .  
D) la rapidez del móvil aumenta en  $9 \text{ m/s}$ .  
E) la rapidez del móvil aumenta en  $81 \text{ m/s}$ .
12. El movimiento rectilíneo de un móvil se representa en un gráfico, en el cual la velocidad se indica con el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal. ¿Cuál de las siguientes magnitudes **no** puede determinarse a partir de este gráfico?
- A) La aceleración del móvil.  
B) La velocidad media del móvil.  
C) La velocidad inicial en el tiempo  $t = 0$ .  
D) El desplazamiento a partir del tiempo  $t = 0$ .  
E) La posición a partir del tiempo  $t = 0$ .

13. Los siguientes gráficos representan movimientos rectilíneos



¿En cuál (es) de ellos la aceleración es nula?

- A) En sólo I
  - B) En sólo I y II
  - C) En sólo I y III
  - D) En I, II y III
  - E) En ninguna de ellos.
14. Si un atleta, que parte del reposo, alcanza una rapidez de 12 m/s en los 5 primeros segundos de su carrera, ¿qué distancia recorrió en ese tiempo sabiendo que lo hizo con aceleración constante?
- A) 2,4 m
  - B) 6,7 m
  - C) 20 m
  - D) 30 m
  - E) 60 m
15. Un cuerpo se mueve con movimiento rectilíneo según el gráfico  $v$  vs  $t$  de figura 17. ¿Cuál es el desplazamiento del cuerpo en los primeros 10s?

- A) 10 m
- B) 20 m
- C) 25 m
- D) 30 m
- E) 35 m

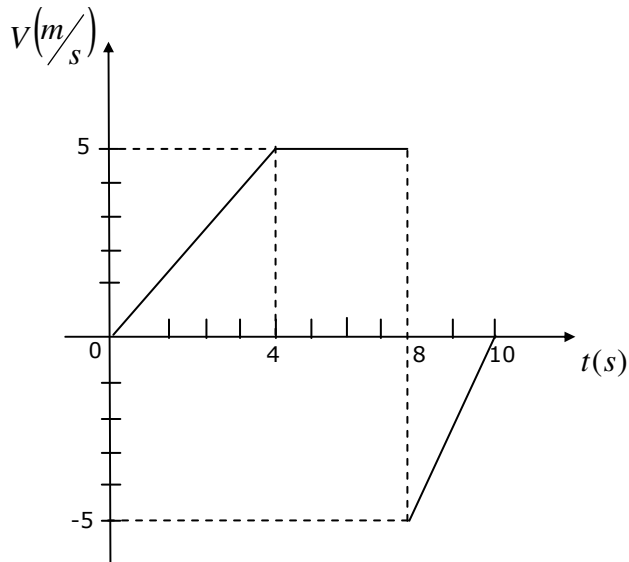


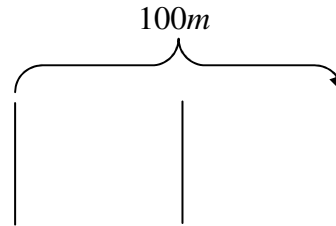
Fig.17

### **Solución ejemplo 1**

En cinemática no se estudian las fuerzas externas, ni tampoco las características del cuerpo (masa, volumen, etc).

**La alternativa correcta es E**

### **Solución ejemplo 2**



En recorrer los 100m se demora 5s, por lo tanto la rapidez media es:

$$V_M = \frac{100}{5} = 20 \frac{m}{s} \Rightarrow 20 \cdot 3.6 = 72 \text{ Km/h}$$

**La alternativa correcta es E**

### **Solución ejemplo 3**

La afirmación I es verdadera. Para analizar las velocidades basta calcular las pendientes de las rectas respectivas

$$V_{CD} = 12 \frac{m}{s} \text{ y } V_{AB} = 3 \frac{m}{s}$$

La afirmación II es verdadera. Entre 6s y 9s el móvil se mantuvo detenido en la posición 24m.

La afirmación III es falsa. Las pendientes (en magnitud, ya que son rapidezces) respectivas son

$$V_{EF} = \frac{14}{3} \frac{m}{s} \text{ y } V_{GH} = \frac{10}{3} \frac{m}{s}$$

**La alternativa correcta es B**

**DSIFC02**

**Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web.**  
<http://clases.e-pedrovaldivia.cl/>