

## Experimento 3

### ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO EN UNA DIMENSIÓN

#### Objetivos

1. Establecer la relación entre la posición y la velocidad de un cuerpo en movimiento
2. Calcular la velocidad como el cambio de posición en un intervalo de tiempo
3. Obtener la gráfica de posición contra tiempo de un estudiante en movimiento, usando un sensor de posición
4. Utilizar el programa *Data Studio* para identificar diferentes movimientos a partir de su gráfica, y deducir la velocidad del móvil en cada caso
5. Explicar que la descripción de cualquier movimiento requiere un marco de referencia

#### Teoría

La *cinemática* estudia el movimiento de los cuerpos sin atender a las causas que lo producen. *Movimiento* es el cambio en la posición de un cuerpo con respecto a otros cuerpos, o a un punto fijo de referencia. Por ahora, y por simplificación en el análisis, nos referiremos a cuerpos puntiformes, para evitar la inclusión del movimiento rotatorio. Un cuerpo *puntiforme* se define como aquel que no tiene dimensiones espaciales, es decir, su tamaño se reduce a un punto geométrico. El vector de *desplazamiento*,  $\mathbf{r}$ , define la dirección y magnitud del cambio en la posición de un cuerpo. Matemáticamente,

$$\mathbf{r} = \Delta \mathbf{x} = \mathbf{x}_f - \mathbf{x}_i \quad 1$$

Donde  $\mathbf{x}_f$  es la posición final y  $\mathbf{x}_i$ , la inicial. La distancia,  $r$ , es la magnitud del desplazamiento, es decir,  $r = |\mathbf{r}|$ . La unidad de distancia y la de desplazamiento es única y, en el Sistema Internacional (SI), es el metro, abreviado m. Definimos la *rapidez promedio*,  $s$ , de un cuerpo como la distancia total recorrida por él, a la cual representaremos con  $d$ , dividida entre el tiempo total del recorrido,  $t$ . Matemáticamente,

$$s = \frac{d}{t} \quad 2$$

Notemos que la rapidez es una cantidad escalar, en cambio, la *velocidad promedio*,  $\mathbf{v}$ , es un vector y se define como el desplazamiento dividido entre el intervalo de tiempo transcurrido durante el movimiento

$$\mathbf{v} = \frac{\mathbf{r}}{t} \quad 3$$

La *velocidad instantánea* se define como,

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} \quad 4$$

La *rapidez instantánea*,  $s$ , se define como la magnitud de la velocidad instantánea,  $s = |\mathbf{v}|$ . Note que usamos la misma letra para representar a la rapidez promedio, y la rapidez instantánea aunque son conceptos diferentes. La *aceleración promedio*,  $\mathbf{a}$ , es el cambio en la velocidad dividido entre el tiempo en el cual se produjo este cambio. Identificamos la velocidad final con  $\mathbf{v}_f$  mientras  $\mathbf{v}_i$  es la inicial

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{v}_f - \mathbf{v}_i}{t} \quad 5$$

La *aceleración instantánea* es,

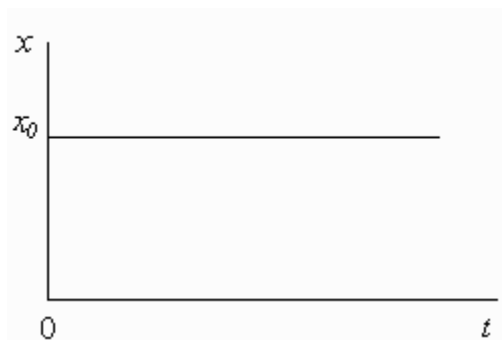
$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} \quad 6$$

Inicialmente, en nuestros experimentos vamos a referirnos sólo al movimiento en una dimensión, es decir, en línea recta. Además, le impondremos la limitación de mantener su velocidad constante. A este tipo de movimiento se le llama *rectilíneo y uniforme*. Su posición en función del tiempo está dada por la siguiente expresión

$$x = x_0 + vt \quad 7$$

Donde  $x_0$ , es la posición inicial, al tiempo  $t = 0$

Cualquier movimiento puede representarse gráficamente. La figura 1 muestra cómo cambia la posición de una partícula a medida que transcurre el tiempo. Como el valor de la posición no cambia, decimos que en este caso el móvil está en reposo, o que su velocidad es cero. En las gráficas de posición vs. tiempo, la velocidad instantánea es la pendiente de la tangente a la curva en cualquier instante. La pendiente de la recta en la figura 1 es cero, indicando que su velocidad instantánea también es cero para todo tiempo. Su posición,  $x_0$ , tampoco cambia al transcurrir el tiempo.

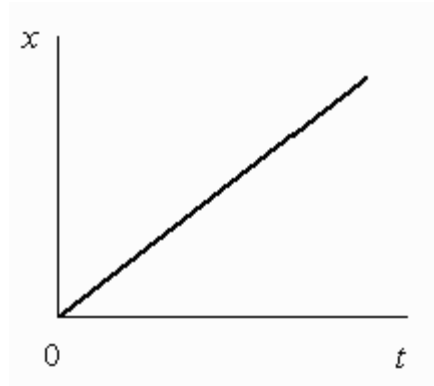


**Figura 1. Esta gráfica representa a un móvil en reposo**

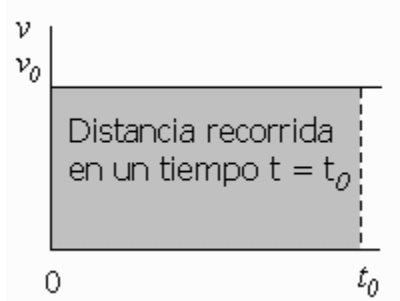
La gráfica de la figura 2 muestra  $x$  vs.  $t$  para un objeto que se mueve con velocidad constante. Como dijimos anteriormente, la pendiente de la recta es el valor de la velocidad del móvil. Aquí el móvil empieza a moverse desde  $x_0 = 0$

En la gráfica de la figura 3 hemos elegido el eje vertical para la velocidad mientras que el horizontal sigue siendo el tiempo. En este caso particular, la velocidad inicial,  $v_0$ , no cambia con el tiempo, es decir, se mantiene constante. En

esta representación la distancia es el área bajo la recta. Debemos darnos cuenta de que la figura 3 representa el mismo movimiento que el de la figura 2. Lo único que cambia es la variable en el eje vertical

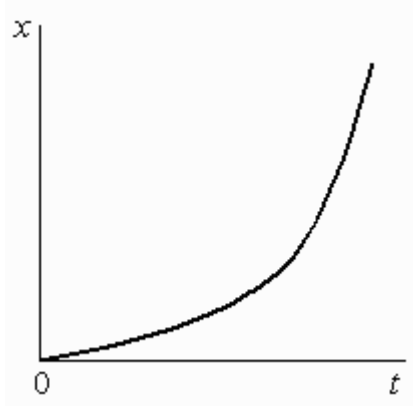


**Figura 2.** En este caso, la velocidad del móvil es constante



**Figura 3.** Esta gráfica representa el mismo movimiento que el de la figura 2

La figura 4 muestra nuevamente una gráfica de  $x$  vs.  $t$  para un cuerpo que viaja aumentando su velocidad. Sabemos esto porque la pendiente de la tangente a la curva es mayor a medida que el tiempo transcurre



**Figura 4.** La rapidez del cuerpo va aumentando con el tiempo.

La gráfica de  $v$  vs.  $t$  en la figura 5 muestra una línea recta cuya pendiente no es cero. En este caso, la pendiente es el valor de la aceleración instantánea en cada punto de la recta. Aquí la pendiente es constante y por lo tanto, la aceleración también

lo es. La distancia recorrida por el móvil vuelve a ser el área bajo la recta, como lo es en todas las gráficas de  $v$  vs.  $t$

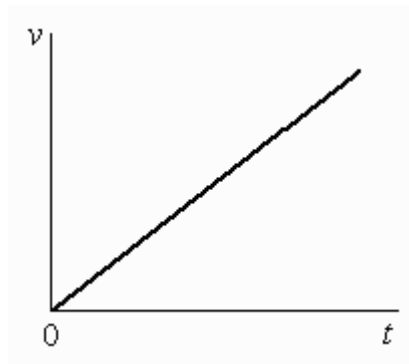


Figura 5. La velocidad se incrementa uniformemente a medida que transcurre el tiempo

### Ejemplos

- Identifique en cuál de las siguientes gráficas se representa el movimiento de un cuerpo que parte del reposo y acelera uniformemente. Ver la figura 6

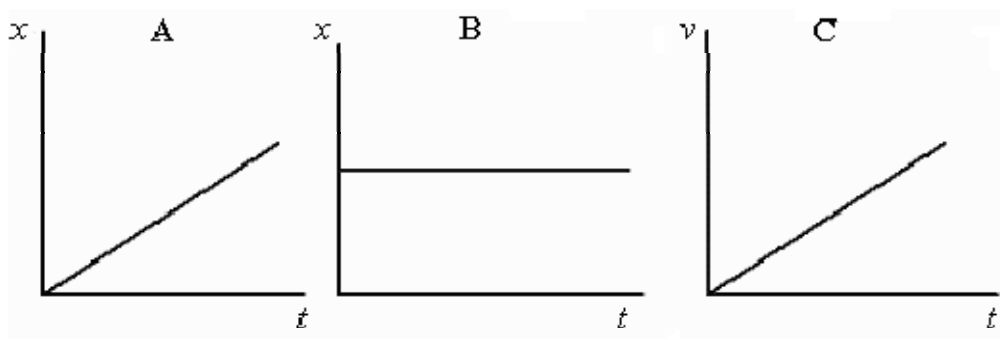


Figura 6. Estas gráficas representan tres movimientos distintos

*Solución:* La respuesta correcta es C. Al tiempo  $t = 0$ , la velocidad es cero. La aceleración es constante porque la gráfica es una recta cuya pendiente no cambia. La gráfica A representa un movimiento con velocidad constante, mientras la gráfica B corresponde a la de un cuerpo en reposo

- El movimiento de una partícula está descrito en las siguientes gráficas de  $x$  vs.  $t$  y  $v$  vs.  $t$ , respectivamente. Ver la figura 7. Los puntos A(20 s, 16 m), B(30 s, 16 m), C(50 s, 24 m) y D(60 s, 20 m) muestran cuatro posiciones consecutivas de la partícula en sus tiempos correspondientes. Estos datos nos permiten calcular la distancia recorrida por el móvil, su desplazamiento, rapidez promedio, velocidad promedio y las velocidades en los cuatro intervalos de tiempo

- Encontrar la distancia total recorrida

*Solución:* La distancia total recorrida es la suma de las distancias recorridas en cada intervalo

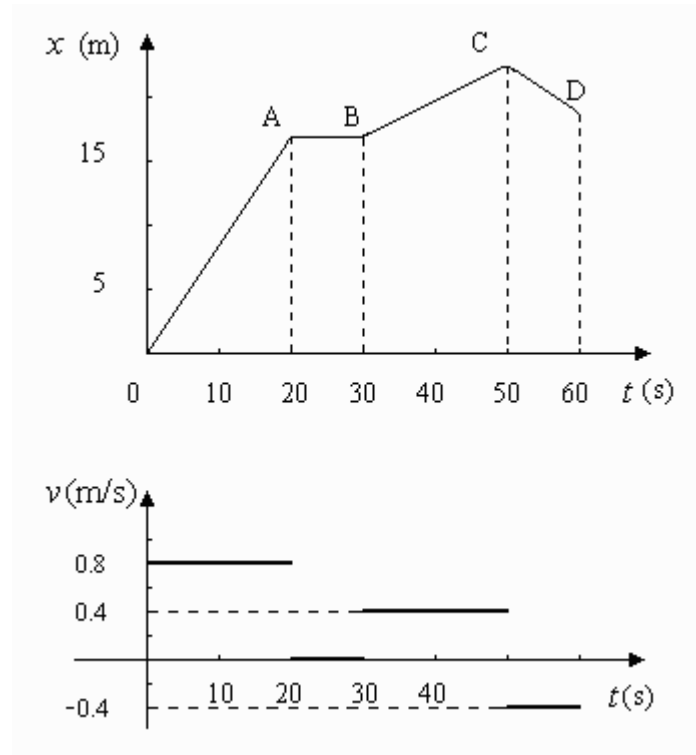
$$d = (16 \text{ m} - 0 \text{ m}) + (16 \text{ m} - 16 \text{ m}) + (24 \text{ m} - 16 \text{ m}) + |20 \text{ m} - 24 \text{ m}| = 16 + 0 + 8 + 4 = 28 \text{ m}$$

Note que, en este caso, se toma el valor absoluto de los desplazamientos

- b. Encontrar el desplazamiento total

*Solución:* Usamos la definición de desplazamiento, dada en la ecuación 1

$$r = x_f - x_i = 20 \text{ m} - 16 \text{ m} = 4 \text{ m}$$



**Figura 7.** La gráfica de  $v$  vs.  $t$  se construye a partir de la gráfica de  $x$  vs.  $t$

- c. Encontrar la rapidez promedio

*Solución:* Usamos la definición de rapidez promedio, dada en la ecuación 2

$$s = \frac{d}{t} = \frac{28}{60 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 0.47 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- d. Encontrar la velocidad promedio

*Solución:* Usamos la definición de velocidad promedio, dada en la ecuación 3

$$v = \frac{r}{t} = \frac{4 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 0.067 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- e. Encontrar las velocidades instantáneas en cada intervalo

*Solución:* En el primer intervalo, la partícula se movió desde  $x = 0 \text{ m}$  hasta  $x = 16 \text{ m}$  en  $20 \text{ s}$  con velocidad instantánea constante. Esta velocidad es la pendiente de la recta OA y la identificaremos como  $v_1$ , entonces,

$$v_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{16 \text{ m} - 0 \text{ m}}{20 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

En el segundo intervalo, entre los puntos A y B, la partícula no cambia su posición, es decir, su velocidad y la pendiente de la recta AB son cero. Dejamos como ejercicio adicional al estudiante calcular las pendientes de las rectas BC y CD y estudiar la gráfica de  $v$  vs.  $t$  que también representa al mismo movimiento

### Ejercicios

Resuelva estos ejercicios y compare sus respuestas con las ofrecidas al final de esta sección

- Un avión vuela 40 km directamente hacia el sur en 10 min y 20 km directamente hacia el este en 5 min, su rapidez promedio es:
 

A.  $8 \frac{\text{km}}{\text{min}}$       B.  $2 \frac{\text{km}}{\text{min}}$       C.  $4 \frac{\text{km}}{\text{min}}$       D.  $2.98 \frac{\text{km}}{\text{min}}$
- Una persona camina 100 m hacia el este en 20 s y luego 160 m hacia el oeste, en otros 20 s, su desplazamiento es:
 

A. 60 m hacia el oeste      B. 260 m      C. 60 m      D. 40 m
- La distancia recorrida por la persona del ejercicio 2 es,
 

A. 260 m      B. - 60 m      C. 60 m      D. Igual al desplazamiento
- La rapidez promedio de la persona del ejercicio 2 es,
 

A. 5 m/s      B. 8 m/s      C. 1.5 m/s      D. 6.5 m/s
- La magnitud de la velocidad promedio de la persona del ejercicio 2 es,
 

A. 8 m/s      B. 1.5 m/s      C. 6.5 m/s      D. 5 m/s
- Un auto de carreras hace un viaje de 80 km con una rapidez promedio de  $160 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . El tiempo del viaje fue de:
 

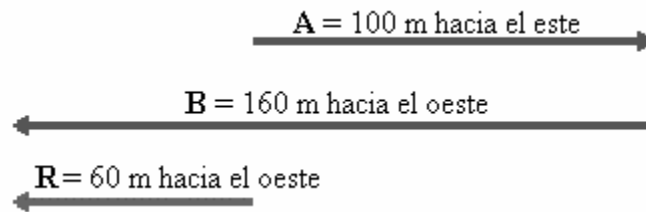
A. 1h      B. 0.75 h      C. 0.5 h      D. 3 h

### *Soluciones:*

- La rapidez promedio se define como el cociente entre la distancia total y el tiempo total del recorrido, es decir,

$$s = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{40 \text{ km} + 20 \text{ km}}{10 \text{ min} + 5 \text{ min}} = \frac{60 \text{ km}}{15 \text{ min}} = 4 \frac{\text{km}}{\text{min}}, \text{ la respuesta es C}$$

2. Los dos desplazamientos y su resultante se representan con vectores según la figura siguiente,



**Figura 8 La resultante de dos desplazamientos en una dimensión**

$\mathbf{R} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$  o  $R = A - B = 100 \text{ m} - 160 \text{ m} = -60 \text{ m}$ , la respuesta es **C**. Recordemos que en el laboratorio de vectores, la resultante es la flecha que empieza en el punto de comienzo del primer vector y termina al final del segundo, luego de que el segundo vector se ha colocado con su inicio tocando el final del primero

3. La distancia es la suma de las magnitudes de los desplazamientos, es decir,

$$d = 100 \text{ m} + |-160 \text{ m}| = 260 \text{ m}.$$

Note que el desplazamiento de 160 m es negativo porque se refiere a un movimiento hecho hacia la izquierda, sin embargo, para el cálculo de la distancia, lo tenemos que sumar como positivo porque nos referimos a su magnitud, sin considerar su dirección.

4. Igual que en el ejercicio 1, la rapidez promedio se define como el cociente entre la distancia total y el tiempo total del recorrido, es decir,

$$s = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{100 \text{ m} + 160 \text{ m}}{20 \text{ s} + 20 \text{ s}} = \frac{260 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 6.5 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

la respuesta es **D**

5. La velocidad promedio es el desplazamiento entre el tiempo, es decir,

$$v = \frac{-60 \text{ m}}{40 \text{ s}} = -1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Como nos preguntan la magnitud de la velocidad promedio, tomamos el valor absoluto del resultado y obtenemos  $v = |-1.5 \text{ m/s}| = 1.5 \text{ m/s}$ . La respuesta correcta es **B**

6. La rapidez promedio se define como  $s = \frac{d}{t}$ , entonces, despejando al tiempo tenemos,

$$t = \frac{d}{s} = \frac{80 \text{ km}}{160 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0.5 \text{ h},$$

la respuesta es C

En esta actividad vamos a familiarizarnos con el movimiento rectilíneo uniforme, a través de la obtención de gráficas de posición contra tiempo, utilizando un sensor de movimiento. Este sensor, junto con el programa de computadora *Data Studio*, producirá en la pantalla del monitor las gráficas del movimiento de un estudiante que viaja en línea recta a diversas velocidades. El estudiante debe moverse de manera tal que su gráfica pueda interpretarse con el modelo del movimiento rectilíneo y uniforme. Ver la figura 9. Para describir el movimiento de un objeto, necesitamos un punto de referencia, la velocidad del móvil y su aceleración. Un dispositivo que permite obtener estas cantidades es el sensor de movimiento que usaremos en este experimento y que utiliza pulsos de ultrasonido que son reflejados por el móvil para determinar su posición. Mientras el objeto se mueve, el cambio en su posición se mide varias veces por segundo. Estos cambios, para cada intervalo de tiempo, permiten calcular la velocidad en metros por segundo. Asimismo, el cambio en velocidad, dividido entre el intervalo de tiempo en el que ocurrió ese cambio, conduce a la aceleración en metros por segundo, cada segundo

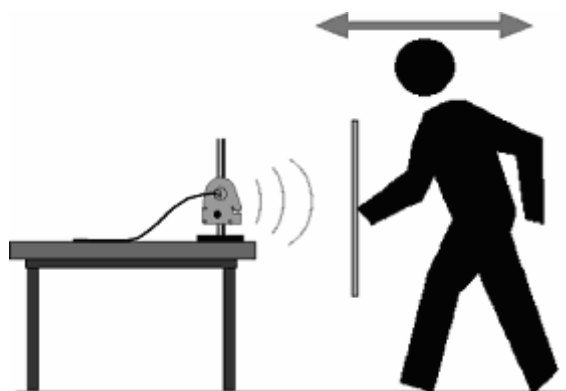


Figura 9 Un estudiante camina hacia el sensor de velocidad o se aleja de él

### Materiales y equipo

Sistema computarizado y programa *Data Studio*  
 Sensor de movimiento  
 Interfase Pasco 750  
 Soporte con varilla de 45 centímetros de longitud

### Procedimiento

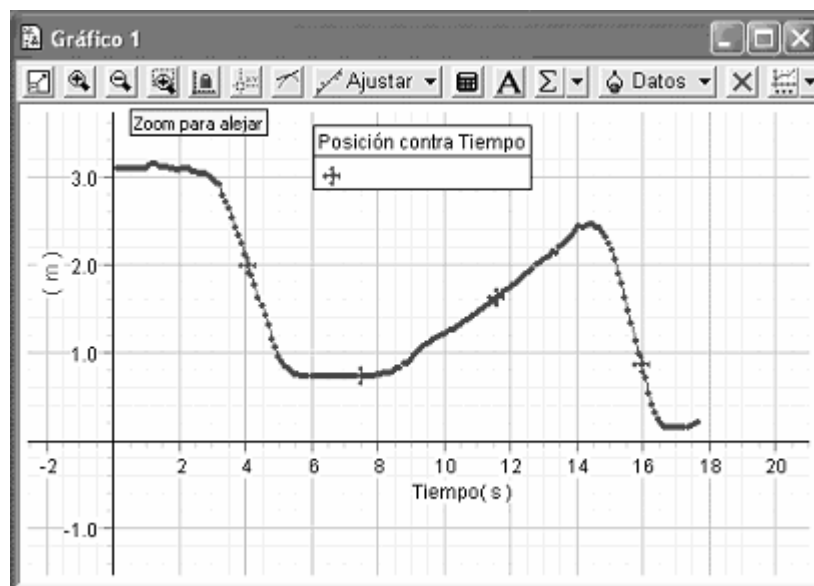
1. Abra el programa *Data Studio*. Una ventana aparecerá. En ella seleccione *Crear experimento*, y el sensor de movimiento que está en una ventana interior, en la lista de sensores, al lado izquierdo de la foto de la Interfase 750 de Pasco
2. Monte el sensor de movimiento en un soporte para dirigirlo hacia usted cuando esté de pie frente a él



3. Asegúrese de tener un espacio mínimo de dos metros para moverse frente al sensor
4. Conecte el terminal amarillo del sensor al canal 1 digital, y el negro al canal 2 digital de la Interfase 750
5. Coloque el monitor de la computadora de forma tal que usted pueda ver la pantalla mientras se aleja del sensor
6. En la ventana del programa *Data Studio* añada un gráfico y seleccione el de posición-tiempo
7. Ajuste la escala a un máximo de 5 metros y mínimo de 0 en el eje de  $y$

### Datos

1. Lea esta sección antes de tomar los datos
2. Una vez esté configurado el experimento en la computadora, según lo explicamos en el procedimiento anterior, un estudiante debe ponerse de pie frente al sensor de movimiento a unos dos metros de distancia. Otro estudiante pulsará la tecla de *Inicio*, para comenzar la toma de datos
3. Unos 3 ó 4 s después del *Inicio*, el estudiante que está frente al sensor se acerca hacia él con una velocidad constante de 2 a 3 pies por segundo y se detiene a unos 2 pies antes de llegar a él. Permanece quieto unos 2 s y luego camina hacia atrás, por lo menos hasta la mitad de su trayecto original y, finalmente, camina un poco mas rápidamente hasta el sensor. Si el movimiento fue como lo describimos, deberán obtener una grafica parecida a la ilustrada en la figura 10



**Figura 10 Datos adquiridos por el sensor de posición**

3. En el menú de la grafica obtenida vaya al botón que dice *Ajustar* y seleccione *ajuste lineal*

4. Seleccione los puntos que desee ajustar tal como lo ilustra la figura 11 en trazo grueso

Tabla 1. Colección de datos de posición y tiempo

Posición (m)		Tiempo (s)		Desplazamiento (m) $r = x_f - x_i$	Intervalo de tiempo (s) $\Delta t = t_f - t_i$
$x_f$	$x_i$	$t_f$	$t_i$		
3.0	3.1	3	0	$3.0 - 3.1 = -0.1$	$3 - 0 = 3$
1.0	2.80	5	3.25	$1.0 - 2.80 = -1.80$	$5 - 3.25 = 1.75$
0.75	0.75	8.0	5.5	$0.75 - 0.75 = 0$	$8.0 - 5.5 = 2.5$
2.4	0.8	14	8.5	$2.4 - 0.8 = 1.6$	$14 - 8.5 = 5.5$
0.4	2.0	16.5	15.2	$0.4 - 2.0 = -1.6$	$16.5 - 15.2 = 1.3$

5. Repita este procedimiento para cada uno de los intervalos observados en la grafica y anote la pendiente, la cual es la velocidad promedio, para cada intervalo seleccionado en sus datos
6. Complete la tabla 3 del informe con los datos de su gráfica, en forma similar a los que aparecen en la tabla 1, que corresponden a los de la gráfica de la figura 11

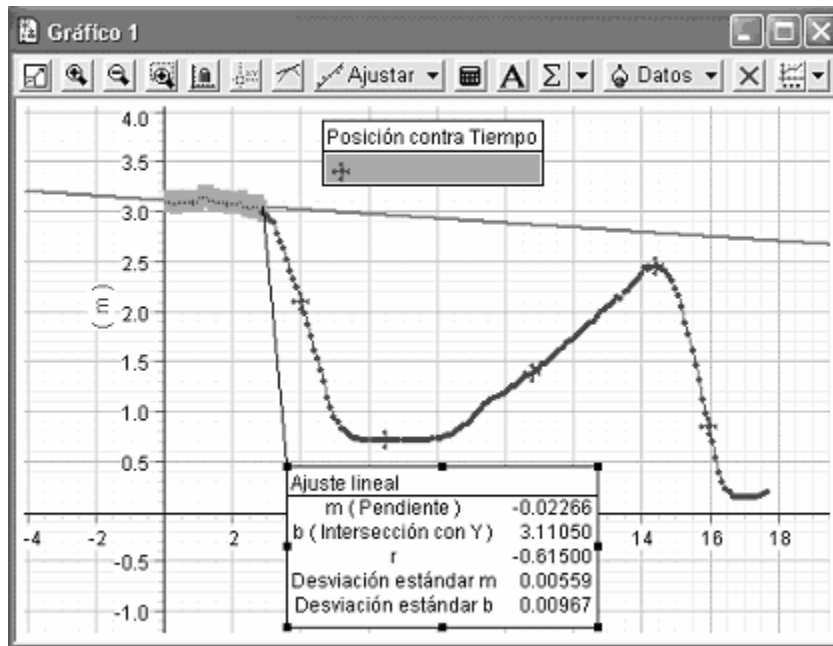


Figura 11. Ilustración de cómo se hace un ajuste lineal para intervalos específicos en la grafica

7. Calcule las velocidades en los cinco intervalos y escriba sus valores en la tabla 4 del informe, en forma similar a los que aparecen en la tabla 2. Los intervalos con velocidades negativas corresponden a movimientos hacia el sensor, mientras que los que tienen velocidades positivas se alejan de él

Tabla 2. Cómo calcular las velocidades

Velocidad medida $v_m$ (m/s) $v_m = \frac{r}{\Delta t}$	Velocidad con <i>Data Studio</i> $v_{DS}$ (m/s)	$\Delta\% = \frac{ v_{DS} - v_m }{ v_{DS} } \times 100$
$\frac{-0.1}{3} = -0.033$	-0.023	43%
$\frac{-1.8}{1.75} = -1.03$		
$\frac{0}{2.75} = 0$		
$\frac{1.6}{5.5} = 0.29$		
$\frac{-1.6}{1.3} = -1.23$		

### Preguntas

Contestar correctamente antes de hacer el experimento

- En la gráfica de posición contra tiempo, la pendiente es:
  - Velocidad
  - Aceleración
  - Posición
  - Nada conocido
  - Fuerza
- Una partícula se mueve a lo largo del eje de  $x$  ¿cuál de las siguientes posiciones corresponde al desplazamiento mayor?
  - $x_i = 4 \text{ m}, x_f = 6 \text{ m}$
  - $x_i = -4 \text{ m}, x_f = -8 \text{ m}$
  - $x_i = -4 \text{ m}, x_f = -2 \text{ m}$
  - $x_i = -4 \text{ m}, x_f = 2 \text{ m}$
  - $x_i = -4 \text{ m}, x_f = 4 \text{ m}$
- Una partícula se mueve a lo largo del eje de  $x$  ¿cuál de las siguiente posiciones corresponde a un desplazamiento negativo?
  - $x_i = 4 \text{ m}, x_f = 6 \text{ m}$
  - $x_i = -4 \text{ m}, x_f = 4 \text{ m}$
  - $x_i = -4 \text{ m}, x_f = -2 \text{ m}$
  - $x_i = -4 \text{ m}, x_f = 2 \text{ m}$
  - $x_i = -4 \text{ m}, x_f = -8 \text{ m}$

4. La rapidez promedio de un móvil, en un intervalo de tiempo dado, se define como:
  - a. Su velocidad
  - b. La distancia total recorrida, dividida entre el intervalo de tiempo total
  - c. La mitad de la velocidad al final del intervalo de tiempo
  - d. La aceleración multiplicada por el intervalo de tiempo
  - e. La mitad de la aceleración multiplicada por el intervalo de tiempo
  
5. Dos automóviles están originalmente separados por una distancia de 120 millas y se acercan mutuamente. Uno de ellos viaja a 35 MPH y el otro, a 45 MPH. Van a encontrarse en,
  - a. 2.5 h
  - b. 2.0 h
  - c. 1.75 h
  - d. 1.5 h
  - e. 1.25 h
  
6. Un automóvil recorre 30 millas con una rapidez promedio de 60 MPH y luego viaja 30 millas más a 30 MPH. Su rapidez promedio es,
  - a. 35 MPH
  - b. 40 MPH
  - c. 45 MPH
  - d. 50 MPH
  - e. 53 MPH
  
7. Una grafica de posición contra tiempo muestra una línea recta con pendiente positiva, no cero. El móvil tiene:
  - a. Desplazamiento constante que no cambia con el tiempo
  - b. Una aceleración que aumenta como función del tiempo
  - c. Una aceleración que disminuye como función del tiempo
  - d. Velocidad constante
  - e. Velocidad en aumento
  
8. Identifique la gráfica de un móvil con velocidad constante, no cero, en la figura 12
  - a. A
  - b. B
  - c. C
  - d. D
  - e. E

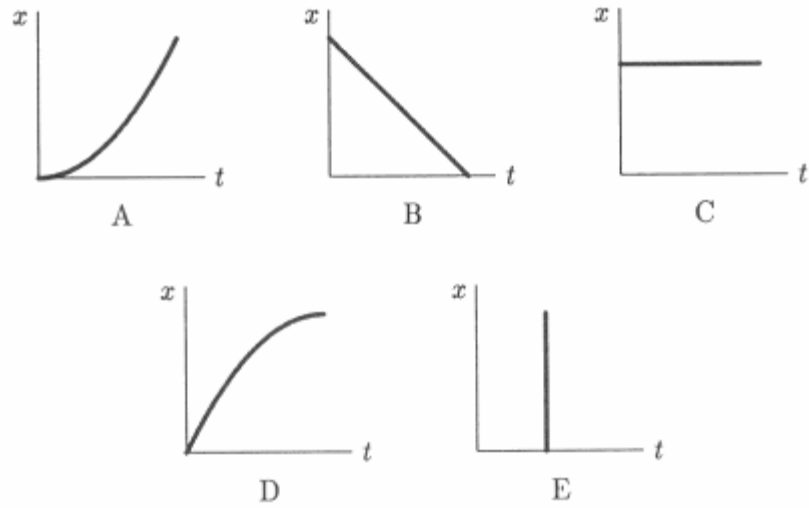


Figura 12 Gráficas de movimiento de la pregunta 8

9. Identifique la gráfica de un móvil viajando en línea recta con velocidad constante, no cero, en la figura 13
- A
  - B
  - C
  - D
  - E

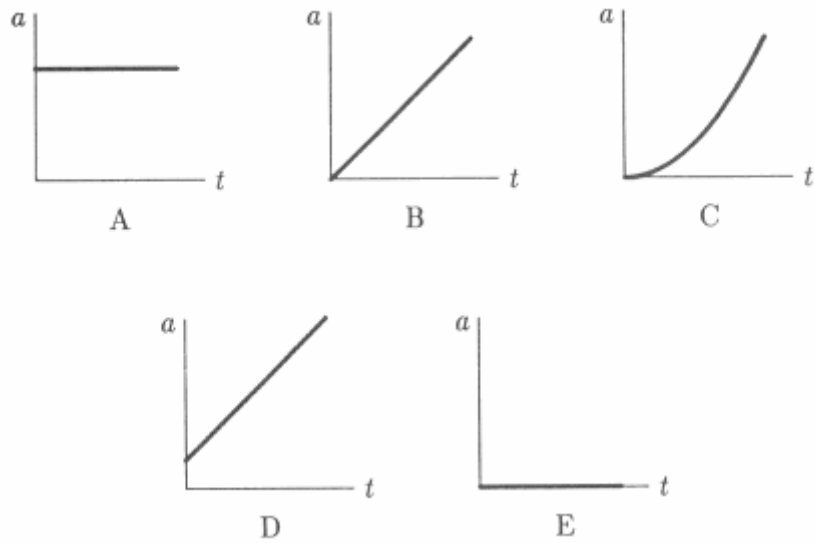


Figure 13 Gráficas de movimiento de la pregunta 9

10. Identifique la gráfica de un móvil cuya velocidad va en aumento, en la figura 14
- A
  - B
  - C
  - D
  - E

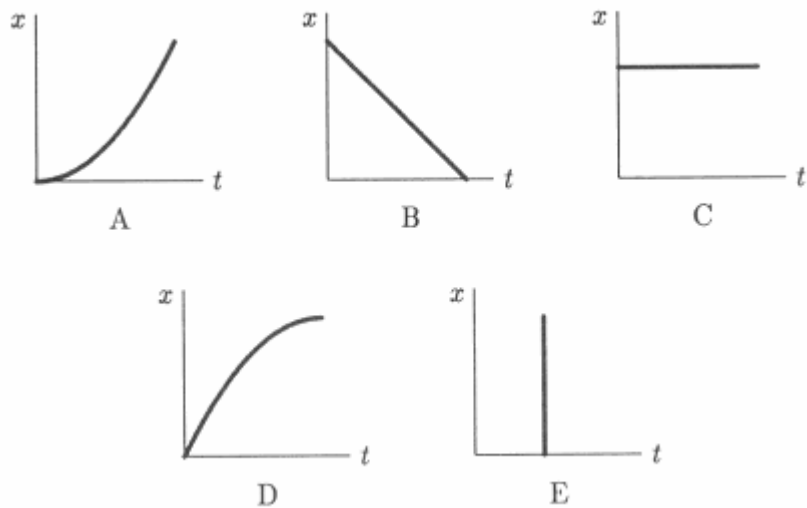


Figure 14 Gráficas de movimiento de la pregunta 10

Las siguientes preguntas, hasta el final de esta prueba corta, se refieren a la gráfica de posición contra tiempo de una persona que camina durante una hora, según se ilustra en la figura 15

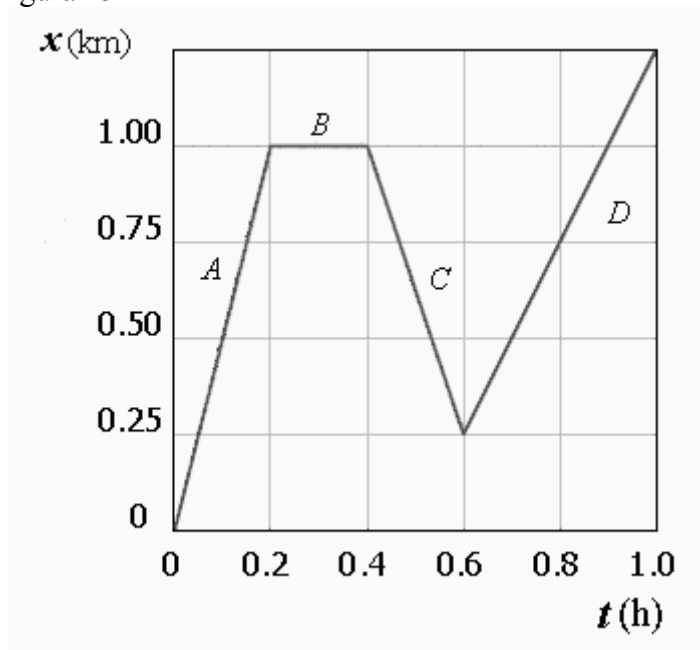


Figure 15 Gráfica de movimiento de los problemas 11 a 18

11. El intervalo con velocidad cero es el,
- A*
  - B*
  - C*
  - D*
  - Ninguno

12. El intervalo donde la velocidad es negativa es el,
- A*
  - B*
  - C*
  - D*
  - Ninguno
13. El intervalo donde la velocidad es máxima es el,
- A*
  - B*
  - C*
  - D*
  - Ninguno
14. La velocidad en el intervalo *A* es,
- 5.0 km/h
  - Cero
  - Negativa
  - 0.2 km/h
  - 1.00 km/h
15. El desplazamiento es,
- El área bajo la curva
  - 2.75 km
  - 1.25 km
  - El producto de la rapidez promedio por el tiempo del recorrido
  - Todo lo que caminó en ese tiempo
16. La distancia es,
- 1.25 km
  - El producto de la velocidad promedio por el tiempo del recorrido
  - 2.75 km
  - Cero
  - No puede determinarse a partir de la gráfica
17. La velocidad promedio es,
- Todo lo que caminó, dividido entre el tiempo total del recorrido
  - Cero
  - 2.75 km/h
  - Negativa
  - 1.25 km/h

18. La rapidez promedio es,
- a. Cero
  - b. No podemos saberlo con los datos disponibles
  - c. 1.25 km/h
  - d. Mayor que la velocidad promedio
  - e. 2.75 km/h



**Informe Del Experimento 3. Análisis del movimiento en una dimensión**

Sección \_\_\_\_\_ Mesa \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiantes:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_

1. En la gráfica obtenida en este experimento hay varios intervalos. Cada uno está caracterizado por su velocidad. Llene la tabla 3, con sus datos, en forma similar al ejemplo del instructivo

Tabla 3. Datos de posición y tiempo para los intervalos de movimiento

Intervalo	Posición (m)		Desplazamiento (m) $r = x_f - x_i$	Tiempo (s)		Intervalo de tiempo (s) $\Delta t = t_f - t_i$
	$x_f$	$x_i$		$t_f$	$t_i$	
A						
B						
C						
D						
E						

2. Identifique los intervalos en donde el estudiante se acerca al sensor, aquéllos en donde no se mueve, y en los que se aleja

3. Complete la tabla 4, usando la información de la tabla 3

Tabla 4. Datos de velocidad en los intervalos de movimiento

Intervalo	Velocidad calculada $v_c$ (m/s) $v_c = \frac{r}{\Delta t}$	Velocidad con <i>Data Studio</i> $v_{DS}$ (m/s)	$\Delta\% = \frac{ v_{DS} - v_c }{ v_{DS} } \times 100$
A			
B			
C			
D			
E			

4. Calcule el desplazamiento del movimiento del estudiante
5. Calcule la distancia que el estudiante recorrió
6. Calcule la velocidad y la rapidez del estudiante en la totalidad del recorrido