

Física I

Dr. Roberto Pedro Duarte Zamorano

E-mail: roberto.duarte@didactica.fisica.uson.mx

Webpage: <http://rpduarte.fisica.uson.mx>

©2020 Departamento de Física
Universidad de Sonora

CINEMÁTICA DE UNA PARTICULA

Movimiento **R**ectilíneo **U**niforme
(**MRU**)

Cinemática

Describir el movimiento de cuerpos

- *¿Que tipo de movimiento es?*
- *¿Cómo se mueven?*
- *¿Hacia donde se mueven?*
- *¿Con qué velocidad se mueven?*
- *¿Dónde estaba inicialmente?*
- *¿Dónde se encuentra al final?*
- *¿Qué distancia recorre?*
- *¿Cuál es su desplazamiento?*
- *¿Cuál es su velocidad media?*
- *¿Hubo cambio de dirección?*

Cinemática

Describir el movimiento de cuerpos

- *¿Cuándo y dónde se detienen?*
- *¿Cuál fue su aceleración?*
- *¿Dónde, cuándo y qué velocidad tienen los cuerpos cuando chocan o se cruzan?*
- *¿Cuándo alcanza su altura máxima?*
- *¿Cuál es su alcance horizontal?*
- *¿Con que velocidad y en que dirección pega cuando llega al suelo?*

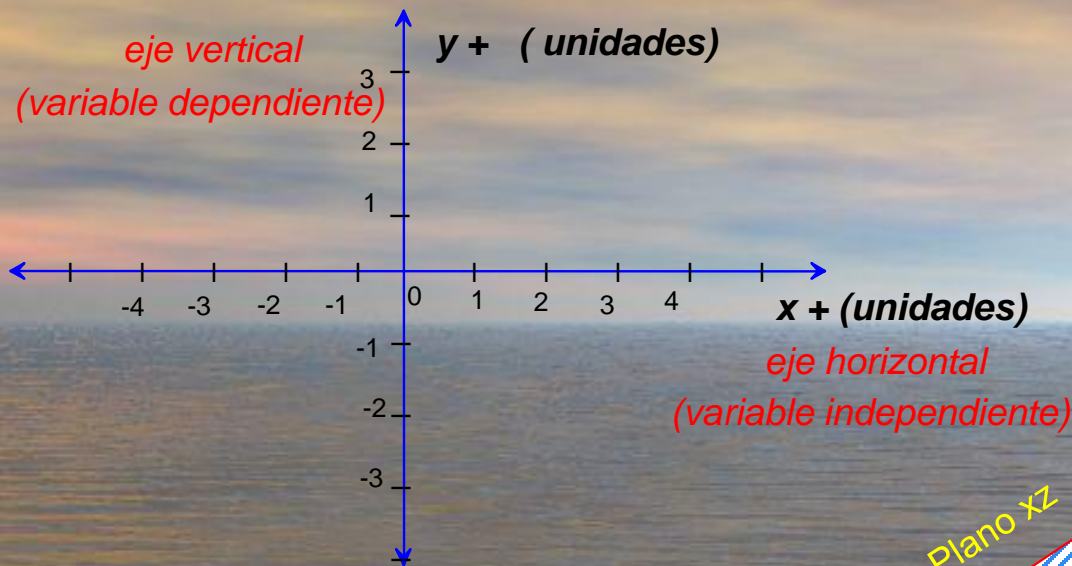
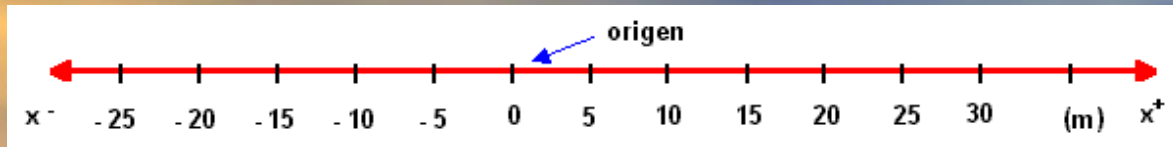
Sistema de Referencia

- Para *describir* (**Cinemática**) el movimiento o *causas* (**Dinámica**) del movimiento de cuerpos es **IMPORTANTE** tener un **Sistema de Referencia** a partir del cual se hace la descripción o se analizan las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.

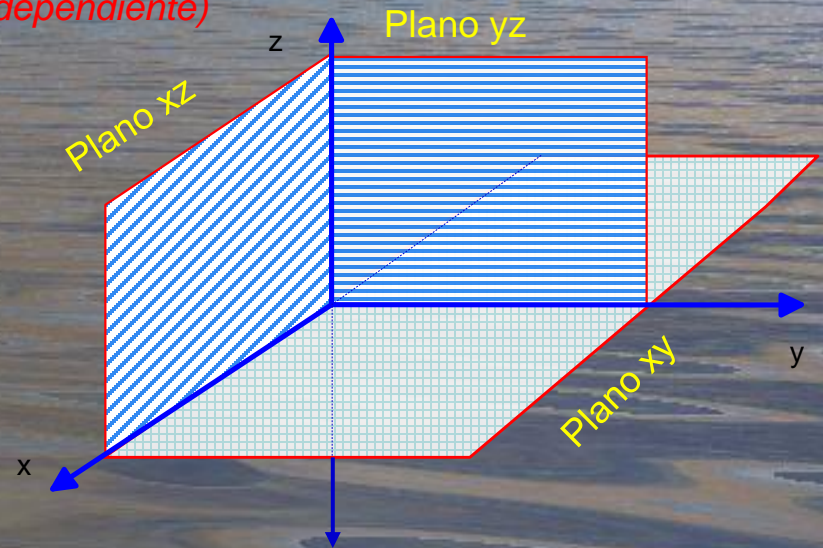
Tales sistemas son:

- *Línea Recta (m.r.u. / m.r.u.a / caída libre)*
- *Plano Cartesiano (tiro parabólico / m.c.u. / dinámica)*
- *Sistema tridimensional*
- *Todo Sistema de Referencia debe contener:*
 - *Origen*
 - *Convención de signos*
 - *Unidades*

Sistema de Referencia



sistema de coordenadas cartesiano o
sistema de coordenadas rectangulares



Movimiento Rectilíneo Uniforme

• El cuerpo recorre distancias iguales en iguales intervalos de tiempo



El *desplazamiento* o cambio de posición es:

$$\Delta x = x_f - x_i$$

Para un *desplazamiento* particular:

$$\Delta x = x_3 - x_2$$

Los *intervalos de tiempo* son:

$$\Delta t = t_f - t_i$$

Donde $t_f > t_i$. Por tanto, Siempre ocurre que:

$$\Delta t > 0$$

iii No existen tiempos negativos !!!

A partir de la observación (y medir posición y tiempo), se registran los datos en una *Tabulación*

t(s)	0	2	4	6	8
x (m)	0	30	60	90	120

Movimiento Rectilíneo Uniforme



Los cambios de posición con respecto al tiempo son uniformes

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{ctte.}$$

La gráfica de tiempo contra posición es una línea recta

La expresión matemática de una recta es:

$$y = b + mx$$

Donde:

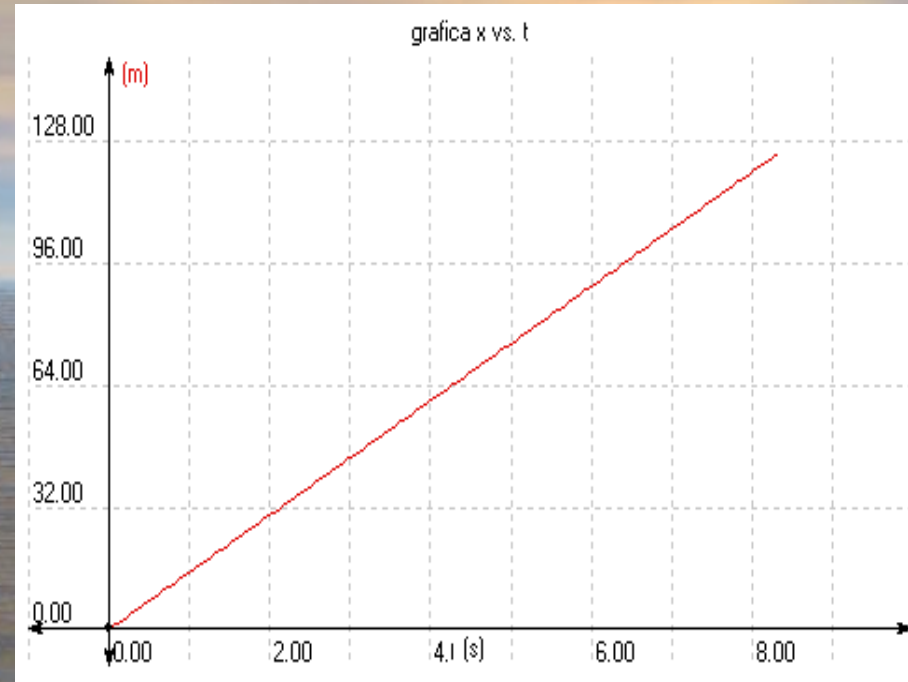
- b es la intersección con el eje vertical.
- m es la pendiente de la recta.

La pendiente de la recta se encuentra mediante:

$$m = \frac{y - y_0}{x - x_0}$$

En nuestro caso, la pendiente es:

$$m = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{120\text{m} - 0\text{m}}{8\text{s} - 0\text{s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{ctte.}$$



Movimiento Rectilíneo Uniforme

En una gráfica de posición contra tiempo (x vs. t), la pendiente de la recta me da la VELOCIDAD.

$$m = v = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{ctte.}$$

La ecuación de la recta se encuentra a partir despejar x de la formula para la pendiente

$$x = x_0 + v(t - t_0)$$

También se le conoce como:

ECUACIÓN DE MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

(uniforme debido a que la velocidad no cambia, siempre es la misma, es una constante)

Donde a la velocidad se le conoce como velocidad media o velocidad uniforme

Movimiento Rectilíneo Uniforme

En el desplazamiento:

$$\Delta x = x_f - x_0$$

- Si $x_f > x_0$ entonces $\Delta x > 0$ (Mov. Derecha)
- Si $x_f < x_0$ entonces $\Delta x < 0$ (Mov. Izquierda)
- Si $x_f = x_0$ entonces $\Delta x = 0$ (Reposo o Regreso)

Ejemplos:

mru derecha (correr video)

mru izquierda (correr video)

Analizar el movimiento hacia la izquierda
¿Qué valor tiene la velocidad? ¿Qué signo tiene?
¿Significa lo mismo velocidad y rapidez?

Movimiento Rectilíneo Uniforme

En una gráfica de x vs. t si la **pendiente** de la recta es:

- **Positiva**, el cuerpo **se mueve** hacia la **derecha**.
- **Negativa**, el cuerpo **se mueve** hacia la **izquierda**.

Realice una Gráfica de velocidad contra tiempo (v vs. t) del ejemplo mru derecha.

Encuentre el Área del rectángulo y diga que unidades tiene.

En función de lo anterior, diga que significa el Área bajo una recta en una gráfica de posición vs. tiempo.

Análisis de m. r. u.

Analizar el movimiento de dos cuerpos que se mueven simultáneamente.

Ejemplos:

MRU Encuentro (correr video)

MRU Alcance (correr video)

Adquirir datos (posición y tiempo) del video

- Tabular (x vs. t)
- Graficar (x vs. t)
- Encontrar las pendientes de las rectas
- Encontrar posición inicial, velocidad
- Encontrar las **ECUACIONES DE MOVIMIENTO** para cada auto

Análisis de m. r. u.

Analizar el movimiento de dos cuerpos

- Resolver el sistema de 2 ecuaciones con 2 incógnitas (2×2) para:
 - Encontrar el tiempo que tardan en encontrarse (alcanzarse en el otro ejemplo)
 - La posición donde ocurre el alcance o el encuentro
- El tiempo que tardan en estar separados por una distancia de 50 m.
- El tiempo que tarda uno de ellos en pasar por el origen del sistema de referencia.
- El desplazamiento y la distancia que recorre el cuerpo que se mueve hacia la izquierda, en el intervalo de tiempo de 2 a 5 s
- ¿Significa lo mismo desplazamiento y distancia recorrida?

RETROALIMENTACIÓN

MRU Encuentro Retroal (*correr video*)

MRU Alcance Retroal (*correr video*)

Retroalimentación

- En el movimiento rectilíneo uniforme la velocidad es una constante.
- El cuerpo recorre distancias iguales en iguales intervalos de tiempo.
- El desplazamiento es:

$$\Delta x = x - x_0$$

- La velocidad media o uniforme es:

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

- La ecuación de movimiento rectilíneo uniforme es:

$$x = x_0 + v (t - t_0)$$

- La gráfica de la ecuación anterior es una línea recta.
- En una gráfica de x vs. t la pendiente de la recta me da la velocidad.

Retroalimentación

- La pendiente de la recta se determina mediante:

$$m = \tan \theta = v = \Delta x / \Delta t$$

- Si la **velocidad es positiva** el cuerpo **se mueve hacia la derecha**
- Si la **velocidad es negativa** el cuerpo **se mueve hacia la izquierda**.
- La rapidez es el valor absoluto de la velocidad.
- La distancia recorrida por un cuerpo es el valor absoluto del desplazamiento (siempre y cuando no exista un regreso o cambio de dirección)
- En un recorrido en la pista de un estadio, la distancia recorrida se toma a lo largo de la trayectoria (es diferente de cero), pero el desplazamiento es cero (posición inicial = posición final)

Retroalimentación

- En el caso anterior (pista), la velocidad media es cero y la rapidez es la distancia recorrida entre el intervalo de tiempo que le llevó recorrer esa distancia.
- Cuando hay cambios de dirección (en una gráfica se tienen líneas quebradas), el problema se debe de resolver por intervalos de tiempo.
- Cuando **dos cuerpos** se mueven simultáneamente, **cada uno tiene su propia ecuación de movimiento**.
- Se debe diferenciar entre ecuaciones de movimiento agregando subíndices, por ejemplo: x_a para el auto y x_c para el camión, de igual forma se hace para las velocidades.

Retroalimentación

- Si queremos saber donde y cuando se: **encuentran, alcanzan o chocan dos cuerpos, se deben de igualar las ecuaciones de movimiento**, resolver para el tiempo y después sustituir en cualquiera de ellas para encontrar la posición. En caso de gráficas, es donde se cortan (intersectan) las rectas.
- En gráficas de posición contra tiempo, **NO SON LAS TRAYECTORIAS** de los cuerpos, las gráficas son las **HISTORIAS DEL MOVIMIENTO**. Los cuerpos se mueven sobre una carretera horizontal.
- En una gráfica de velocidad contra tiempo (**v vs. t**), el área bajo la recta me da la distancia recorrida.

Retroalimentación

- Cuando se da una ecuación de movimiento, en ella está contenida la posición inicial y la velocidad. Para conocerlas, compare la ecuación de ese cuerpo con la ecuación general de mru.

$$x = 100 - 20 t \text{ (donde } x \text{ está en m y } t \text{ en s)}$$

$$x = x_0 + v t$$

$$x_0 = 100 \text{ m}$$

$$v = -20 \text{ m/s}$$

Si se pide el tiempo que tarda el cuerpo en llegar al origen del sistema, entonces se sustituye $x = 0$

¿Puede describir el movimiento del cuerpo de la **ecuación anterior?**

Análisis Gráfico

- Mediante el análisis gráfico es posible extraer información adicional:
- La posición inicial del auto.
- La posición final del auto.
- La posición del auto en cualquier instante de tiempo que esté en el rango de nuestra observación (*interpolación*).
- La posición del auto en cualquier instante de tiempo que no esté en el rango de nuestra observación (*extrapolación*).
- La rapidez con que se efectúan los cambios de posición.
- La dirección en la que ocurre el movimiento.
- La ecuación de movimiento que rige el fenómeno observado.

Análisis Gráfico

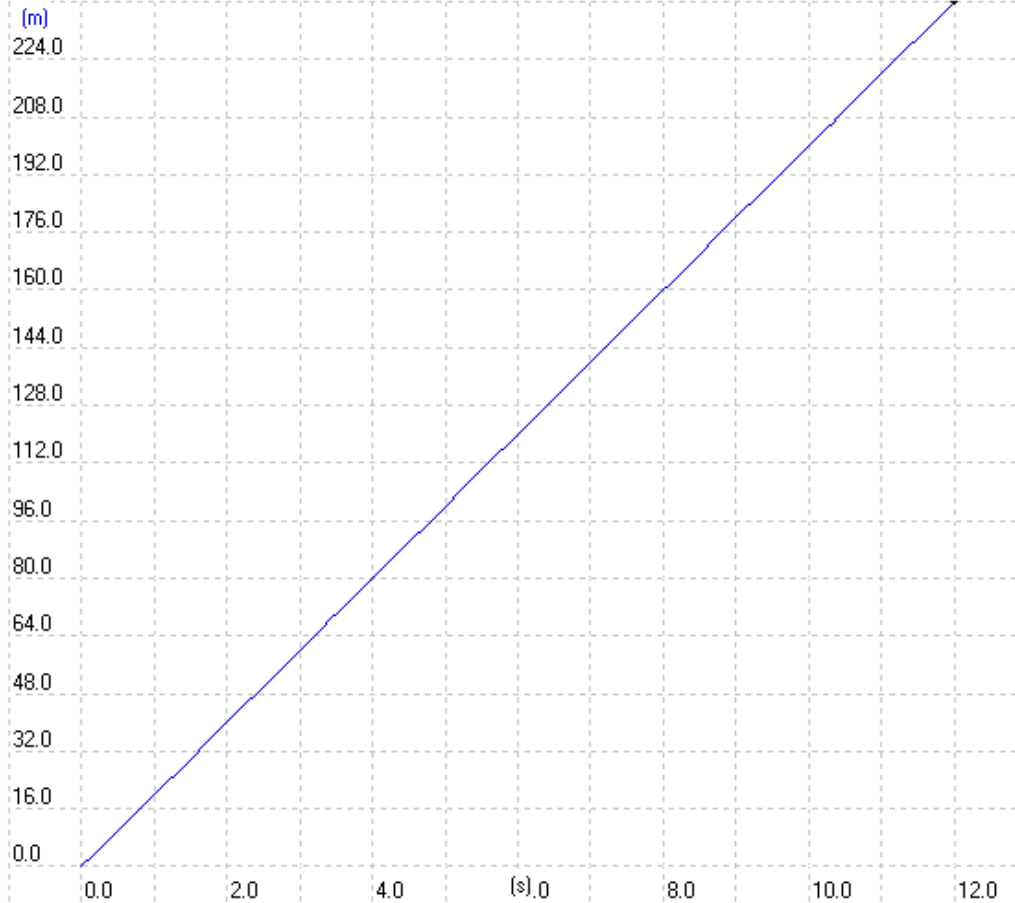
- Luego entonces, debemos llevar la tabulación a su respectiva gráfica, pero antes debemos recordar como se realiza.
- La gráfica se realiza en el plano cartesiano que consta de dos ejes mutuamente perpendiculares, uno horizontal y el otro vertical.
- En el eje horizontal se destina a la variable independiente. Y el eje vertical a la variable dependiente.
- Se elige una escala adecuada para cada eje (de 1 en 1, de 2 en 2, de 3 en 3, etc.). No necesariamente tienen que tener la misma escala, por ejemplo, el horizontal puede estar de 3 en 3 y el vertical de 20 en 20.
- En los extremos de los ejes se coloca una punta de flecha y debajo de ella, con un símbolo o letra se indica la variable seguida de un paréntesis dentro del cual se coloca la unidad de la variable observada (m, s, etc.) según sea el caso.

Análisis Gráfico

- Se adopta una convención de signos, la universalmente aceptada es positivos a la derecha y negativos hacia la izquierda para el eje horizontal. Positivos hacia arriba y negativos hacia abajo para el vertical.
- Las escalas deben ser tales que la gráfica sea proporcional en ambos ejes y que los puntos que en ella marquemos no se encuentren ni muy pegados ni muy distanciados.
- La escala debe de ser en números enteros. (no marcar puntos intermedios entre los valores convenidos)

Análisis Gráfico

Posición vs. Tiempo



Velocidad

Tiempo
12.0 s

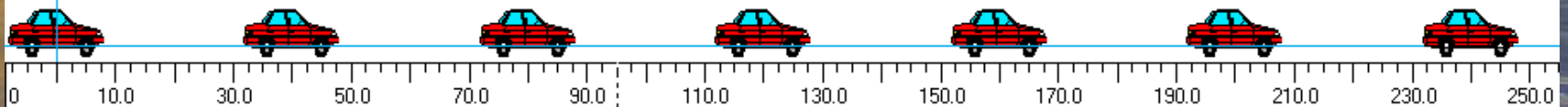
Posición
240.0 m

20.00

Arrancar

Reajustar

t(s)	0	2	4	6	8	10	12
x (m)	0	40	80	120	160	200	240



Análisis Gráfico

- ¿Es posible aprovechar la regularidad que presenta el auto para conocer sus posiciones en tiempos que no están en la tabla de datos?

Por ejemplo:

¿Cuál fue su posición en los tiempos $t = 1 \text{ s}$, $t = 5 \text{ s}$, $t = 10 \text{ s}$?

ó bien

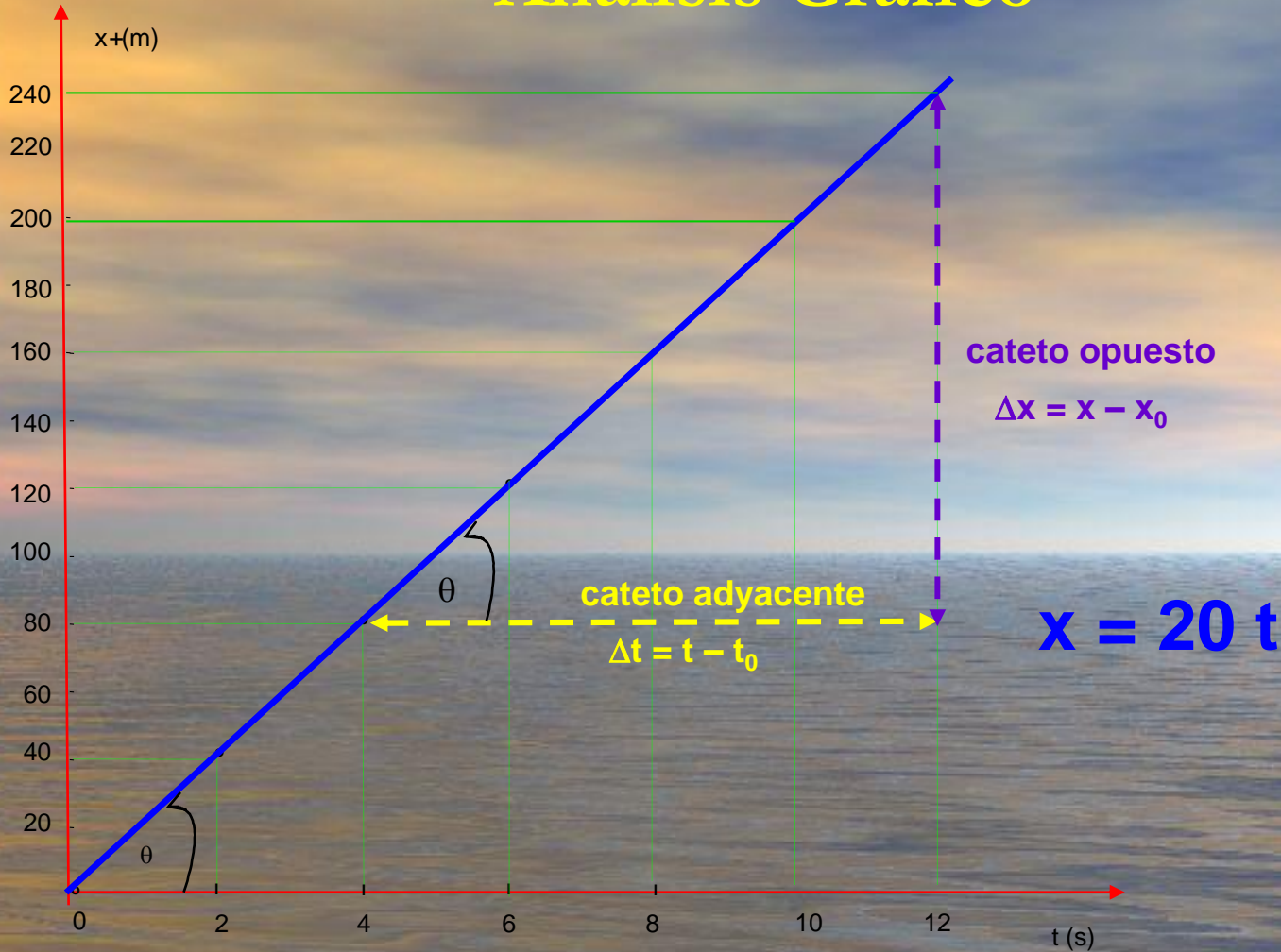
¿En qué tiempo la posición del automóvil fue de 50 m?

¿Cuándo paso por la posición 100 m?

Realizando el análisis se encuentra que:

$$x = 20 t$$

Análisis Gráfico



$$m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_6 - x_2}{t_6 - t_2} = \frac{240m - 80m}{12s - 4s} = \frac{160m}{8s} = 20 \frac{m}{s}$$

Interpolación

Del ejemplo anterior:

- Si nos interesa la posición en $t = 5.9$ s, la podemos encontrar evaluando en $t = 5.9$ s

$$x = 20(\text{m/s})(5.9\text{s})=118\text{m}$$

De igual forma si nos interesa la posición el tiempo $t = 23.7$ s

$$x = 20(\text{m/s})(23.7\text{s})=474\text{m}$$

Además si nos interesa conocer cuanto tiempo le toma alcanzar la posición de 150 m simplemente despejamos t de la ecuación:

$$x = x_0 + v (t - t_0)$$

$$t = (x - x_0) / v$$

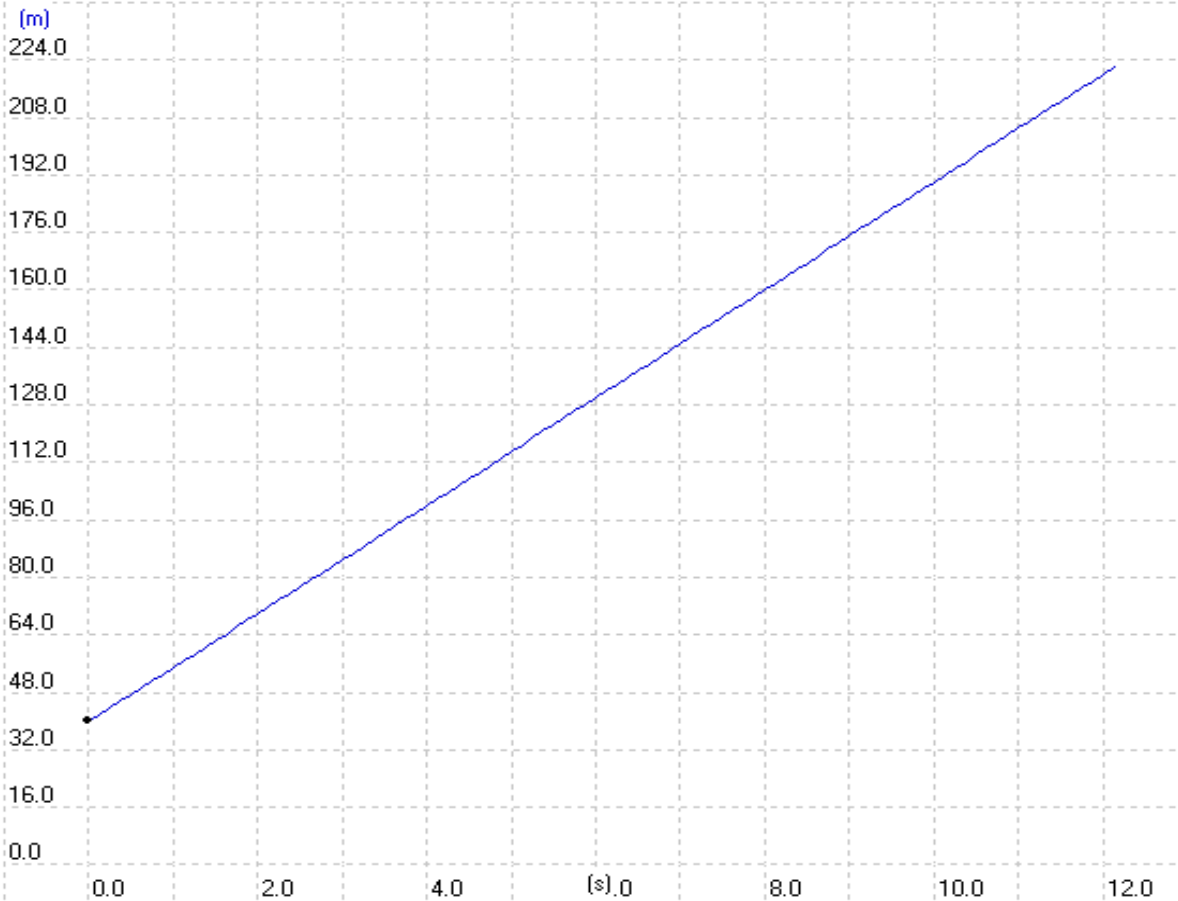
dado que $x = 150$ m, $x_0 = 0$ m y $v = 20$ m/s; entonces

$$t = 7.5 \text{ s}$$

Ejemplo m. r. u.

Encuentre la ecuación de movimiento del siguiente problema.

Posición vs. Tiempo



Velocidad



Tiempo
0.0 s

Posición
40.0 m

15.00

Arrancar

Reajustar

t(s)	0	2	4	6	8	10
x (m)	40	70	100	130	160	190



10.0 30.0 50.0 70.0 90.0 110.0 130.0 150.0 170.0 190.0 210.0 230.0

Ejemplo m. r. u.

$$x = 40 + 15 t$$

Describe el movimiento del cuerpo del problema anterior