



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DPTO. DE PREPARATORIA AGRÍCOLA

ÁREA DE FÍSICA

“Movimiento Rectilíneo Uniforme”

Guillermo Becerra Córdova

E-mail: gllrmbecerra@yahoo.com

TEORÍA

La Cinemática es la ciencia de la Mecánica que describe el movimiento de los cuerpos sin preocuparnos por conocer sus causas. El estudio de las causas de los cambios de un movimiento dado es objeto de la Dinámica y constituye el tema propio de la Mecánica. El estudio detallado del movimiento de un cuerpo es bastante complejo. Se hace necesario hacer algunas simplificaciones que nos faciliten este estudio. Así, estudiaremos sólo el movimiento de un cuerpo como si fuera una partícula. Decimos que un cuerpo es una partícula cuando sus dimensiones son muy pequeñas en comparación con las demás dimensiones que participan en el movimiento. Cuando un cuerpo se trata como partícula, se simplifica enormemente el estudio de su movimiento, pues cualquier movimiento de rotación que pueda tener el cuerpo a un eje que pasa por el cuerpo, es despreciable, y puede simplemente despreciarse.

Una de las características del movimiento de los cuerpos es su relatividad o dependencia respecto del observador que estudia el movimiento. El movimiento de un cuerpo depende del punto o sistema de referencia, esto es, un cuerpo puede estar moviéndose con respecto a un punto de referencia y estar en reposo con respecto a otro punto de referencia. En consecuencia, no existe el verdadero movimiento pues todos son igualmente verdaderos. Tomemos en cuenta que, cuando nos refiramos al movimiento de un cuerpo, debemos mencionar obligatoriamente el punto de referencia. En general tomaremos como punto de referencia a la Tierra. Finalmente, el movimiento es el cambio de posición con respecto a un punto o sistema de referencia.

El movimiento rectilíneo uniforme es el más simple de los movimientos ya que la trayectoria seguida por un cuerpo es una línea recta y su velocidad permanece constante.

Para aclarar un poco más estos conceptos, suponga que una persona camina sobre una banqueta a razón de 2 metros en cada segundo. Por consiguiente, cada vez que se mida lo que recorre en un segundo, se encontrará que son exactamente dos metros. Ese andarín recorre distancias iguales en tiempos iguales. Un movimiento que cumple con esta característica se llama uniforme. Después de transcurridos 2 segundos, el caminante habrá recorrido 4 metros; a los 3 segundos su recorrido será de 6 metros, etc. De esta forma, si efectuamos el cociente de la distancia total recorrida entre el tiempo empleado para recorrerla, se observará que el resultado es constante, es decir:

$$\frac{2 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \frac{4 \text{ m}}{2 \text{ s}} = \frac{6 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$$

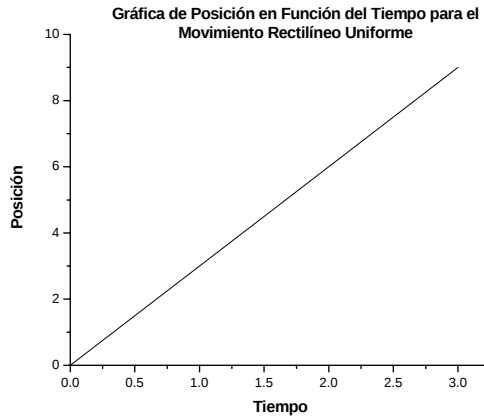


Figura 1

A esta razón se le conoce con el nombre de velocidad y si no varía en todo el recorrido que efectúa el objeto, la velocidad se dice que es constante.

En base a lo anterior estableceremos una ecuación que permita encontrar la velocidad de un cuerpo cuando éste se mueve con una velocidad constante a partir de la distancia recorrida y del tiempo empleado para ello.

$$v = \frac{d}{t}$$

En forma equivalente, si se conoce la velocidad con la que un cuerpo se mueve en un movimiento rectilíneo uniforme y además se conoce el tiempo que tarda en realizar el movimiento, la distancia total recorrida se calculará por medio de la siguiente ecuación:

$$d = v t$$

La ecuación para la distancia que hemos establecido tiene una representación gráfica.

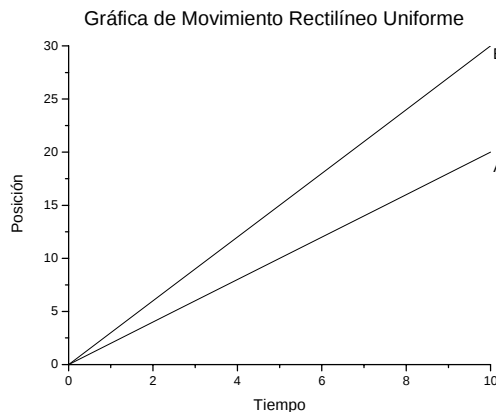


Figura 2

Supongamos que sobre un plano cartesiano, el eje vertical juega el papel de la posición y el eje horizontal el del tiempo. Si para una serie de datos graficamos los puntos correspondientes a la posición con el tiempo empleado para recorrerla y los unimos por medio de una línea continua, observaremos que esa línea será recta y además pasará por el origen. En la siguiente figura se muestra las gráficas de dos movimientos, uno con velocidad de 2 m/s y el otro con velocidad de 3 m/s .

Observe que ambos movimientos están representados por una línea recta, con la diferencia de que la recta del movimiento con mayor velocidad tiene mayor inclinación en comparación con el movimiento de menor velocidad. Lo anterior nos permite afirmar que la gráfica de posición en función del tiempo en un Movimiento Rectilíneo Uniforme es una línea recta y que su inclinación o pendiente es proporcional a su velocidad. A mayor velocidad, mayor inclinación o pendiente y a menor velocidad, menor inclinación o pendiente.

La velocidad que lleve un cuerpo en el MRU también puede tener una representación gráfica. Si ubicamos ahora la velocidad sobre el eje vertical y el tiempo en el horizontal, la gráfica resultante será una línea recta paralela al eje de las abscisas. En la figura siguiente se representan las gráficas de las velocidades de ambos movimientos.

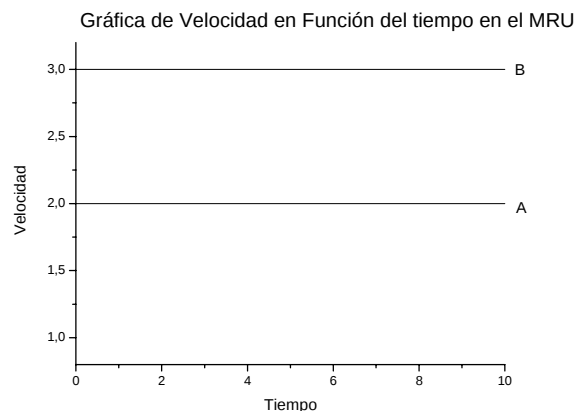


Figura 3

Observe en la figura que las gráficas son dos líneas rectas paralelas al eje de las abscisas. La de mayor altura corresponde al movimiento con mayor velocidad.

Hasta ahora se ha utilizado indistintamente los términos posición y distancia cuyo significado no es el mismo. El término posición corresponde al lugar donde un objeto se encuentra con respecto a un sistema de referencia y la distancia corresponde la longitud que existe entre dos posiciones. En general la ecuación para el MRU está dada por:

$$x = x_0 + v(t - t_0) \quad 1$$

Donde: x representa la posición del cuerpo al instante t . A esta posición se le conoce con el nombre de posición final; x_0 representa la posición del cuerpo en el instante t_0 . A esta posición se le conoce como posición inicial; v representa la velocidad del cuerpo y es constante para todo el movimiento y t y t_0 representan los tiempos inicial y final y se considera que $t > t_0$. La posición inicial representa la posición que tiene el cuerpo en el momento en que comienza su movimiento. No necesariamente el cuerpo debe estar en el origen del sistema o punto de referencia, puede estar ubicado en una posición fuera del origen. La posición puede adquirir valores positivos o negativos. Si es positiva, el cuerpo se encontrará a la derecha del origen y si es negativa, se encontrará a la izquierda del mismo, suponiendo que el cuerpo se mueve horizontalmente. De igual forma, el desplazamiento puede ser positivo si el cuerpo se mueve de izquierda a derecha y negativo si se mueve en sentido contrario. Así, el signo de la velocidad indica la dirección del movimiento.

La distancia que recorre un cuerpo está dada por el valor absoluto de la diferencia entre la posición final y la inicial, es decir:

$$d = |x - x_0| \quad 2$$

La distancia es la longitud que existe entre dos puntos. La longitud no puede ser negativa, por lo que la diferencia se expresa en valor absoluto. De esta forma, si un cuerpo se desplaza de la posición $x_0 = 3 \text{ m}$ a la posición $x = -5 \text{ m}$ entonces la distancia que recorre es de:

$$d = |x - x_0| = |-5\text{m} - 3\text{m}| = |-8\text{m}| = 8\text{m}$$

El movimiento de un cuerpo se define como el cambio de posición con respecto a un sistema de referencia. Para un sistema de referencia dado, un cuerpo puede estarse moviendo y para otro sistema ese cuerpo puede estar estático. Por ejemplo, la habitación de un edificio, se encontrará estática en relación con algún punto del edificio y si se viese la habitación desde la luna, veríamos que se encontraría desplazándose junto con el edificio y la Tierra. Es por ello que se dice que el movimiento es relativo, porque depende del sistema de referencia que utilicemos.

La magnitud de la velocidad instantánea es la rapidez y es simplemente el valor absoluto de la velocidad, es decir:

$$v = \left| \frac{-}{v} \right| \quad 3$$

Observe que la rapidez es una cantidad positiva y es el resultado de aplicar el valor absoluto de la velocidad. La cantidad que se encuentra entre el símbolo de valor absoluto es la velocidad que corresponde con un vector, es decir la velocidad es un vector que tiene que ver con la dirección con la que se mueve un cuerpo. La rapidez es sólo la magnitud, la dirección la da el ángulo.

Ejemplo 1.

Una persona camina a razón de 4 m/s a partir de un punto que se encuentra a 10 m del origen de un sistema de referencia. Encuentre la posición de la persona a los 10 segundos de haber iniciado el movimiento y la distancia recorrida.

Para esta persona, la velocidad con la que se mueve es de 4 metros en cada segundo y a partir de una posición inicial de 10 m. El tiempo inicial t_0 es igual a cero ya que se empieza a mover justo en el momento en que se acciona el cronómetro. De esta forma, la posición final de la persona después de 10 segundos de iniciado el movimiento es de:

$$x = x_0 + v(t - t_0) = 10 \text{ m} + (4 \text{ m/s})(10 \text{ s}) = 10 \text{ m} + 40 \text{ m} = 50 \text{ m}$$

Y la distancia recorrida corresponde a:

$$d = |x - x_0| = |50 \text{ m} - 10 \text{ m}| = |40 \text{ m}| = 40 \text{ m}$$

La gráfica de la figura siguiente, muestra la posición del cuerpo hasta 20 segundos de iniciado el movimiento. Observe que en ese tiempo la posición de la persona es de 90 metros. Este resultado se puede obtener a partir de la ecuación 1. Lo importante de la gráfica es que es posible observar a través de ella la posición de la persona para cualquier instante que se encuentre entre 0 y 20 segundos. Se puede observar que en el doceavo segundo la posición de la persona es de 58 metros. También se puede ver que si la persona se encuentra en una

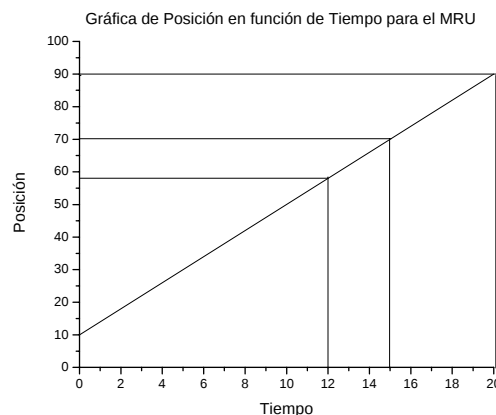


Figura 4

posición de 70 metros, el tiempo que ha utilizado para ello es de quince segundos. En consecuencia, el método gráfico es una buena herramienta que nos permite analizar el movimiento de un objeto.

Ejemplo 2.

A partir de una posición de 15 metros del origen de un sistema de referencia, un objeto se encuentra a 55 metros del mismo origen después de 8 segundos. Calcule la velocidad con que se desplaza el objeto y la distancia que recorrió.

Para este caso, la velocidad con la que se mueve el objeto se puede encontrar con solo despejar la velocidad de la ecuación 1.

$$v = \frac{x - x_0}{t} = \frac{55 \text{ m} - 15 \text{ m}}{8 \text{ s}} = \frac{40 \text{ m}}{8 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$

La velocidad del objeto es de 5 metros en cada segundo. Si hiciéramos una gráfica con los datos del problema, obtendríamos una recta como la mostrada en la figura siguiente. La distancia recorrida después de 8 segundos de haber iniciado el movimiento, es de:

$$d = |x - x_0| = |55 \text{ m} - 15 \text{ m}| = |40 \text{ m}| = 40 \text{ m}$$

La gráfica de la figura siguiente, muestra la posición del cuerpo hasta 20 segundos de iniciado el movimiento. Observe que en ese tiempo la posición de la persona es de 115 metros. Este resultado se puede obtener a partir de la ecuación 1. Lo importante de la gráfica es que es posible observar la posición de la persona para cualquier instante que se encuentre entre 0 y 20 segundos. En consecuencia, se puede observar que en el décimo segundo la posición de la persona es de 65 metros. También se puede ver que si la persona se encuentra en una posición de 90 metros, el tiempo que ha utilizado para ello es de quince segundos.

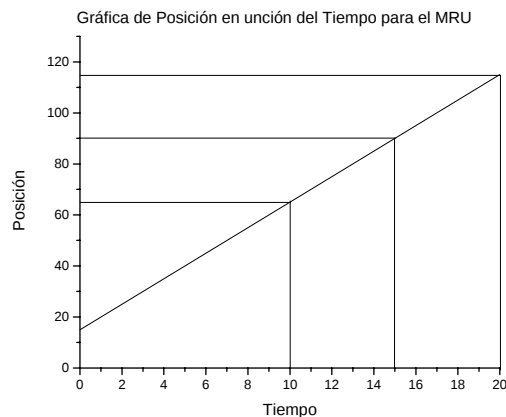


Figura 5

Ejemplo 3.

Una persona se encuentra a 100 metros a la derecha del origen de un sistema de referencia. Si se mueve hacia el origen y tarda 40 segundos en llegar, ¿Cuál es la velocidad con la que se desplaza? ¿En qué instante pasa a los 50 metros del origen? ¿Cómo es la gráfica del movimiento seguido por la persona?

La posición de la persona al inicio del movimiento es de 100 metros. Después de 40 segundos se encontrará en el origen. En consecuencia, la posición para este tiempo es de 0 metros. Por lo tanto, la velocidad de la persona es de:

$$v = \frac{x - x_0}{t} = \frac{0 \text{ m} - 100 \text{ m}}{40 \text{ s}} = \frac{-100 \text{ m}}{40 \text{ s}} = -2.5 \text{ m/s}$$

La velocidad resulta negativa ya que el cuerpo se desplaza de una posición mayor a una menor.

Si la posición del cuerpo es de 50 metros, el tiempo que utiliza para pasar por este punto es de:

$$t = \frac{x - x_0}{v} = \frac{50 \text{ m} - 100 \text{ m}}{-2.5 \text{ m/s}} = \frac{-50 \text{ m}}{-2.5 \text{ m/s}} = 20 \text{ s}$$

La recta de la figura muestra las dos posiciones para cada instante. Observe que la gráfica contiene una recta cuya inclinación o pendiente es contraria a la inclinación de las rectas de las graficas de los ejemplos anteriores. Esto es debido a que la dirección del movimiento es contraria a la dirección de estos movimientos. Por otra parte, a los 32 segundos de iniciado el movimiento, la persona se encontrará a 20 metros del origen. El tiempo se puede obtener trazando una línea paralela al eje de las abscisas que pase a 20 metros. La línea se debe trazar hasta cruzar la recta que representa el movimiento. En el cruce se debe dibujar otra línea

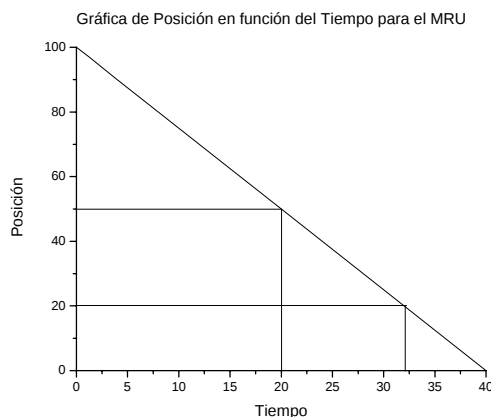


Figura 6

paralela al eje de las ordenadas hasta cruzar el eje de las abscisas. El cruce corresponde a los 32 segundos de iniciado el movimiento. Observe la figura 6.

Ejemplo 4.

Un automóvil A parte de la Cd. de México con una velocidad de 80 km/h en dirección a la Cd. de Cuernavaca. Simultáneamente otro automóvil B parte de la Cd. de Cuernavaca hacia la Cd. de México, con una velocidad de 60 km/h. Si la velocidad de los automóviles se mantiene constante durante todo el viaje y la distancia entre ambas ciudades es de 70 km, aproximadamente, encuentre el instante y la posición en que se cruzarán los automóviles. ¿Qué distancia recorrió cada automóvil antes de cruzarse? Haga una gráfica para comprobar sus resultados.

Como la velocidad del automóvil A es de 80 km/h y si suponemos que el origen del sistema de referencia se coloca en la Cd. de México, observaremos que la posición inicial de este automóvil es de cero. Para el automóvil B la velocidad es de -60 km/h ya que se desplaza en sentido contrario al movimiento del auto A y su posición inicial sería de 70 km, con respecto al mismo sistema de referencia. Así, las ecuaciones para el movimiento de ambos automóviles considerando que $t_0 = 0$, son:

$$x_A = x_{0A} + v_A (t - t_0) = 0 + (80 \text{ km/h}) t = (80 \text{ km/h}) t$$

Y

$$x_B = x_{0B} + v_B (t - t_0) = 70 \text{ km} + (-60 \text{ km/h}) t$$

En el cruce, las posiciones finales de ambos automóviles son iguales. Por lo tanto, ambas ecuaciones se igualarán, es decir:

$$(80 \text{ km/h}) t = 70 \text{ km} + (-60 \text{ km/h}) t$$

Despejando el tiempo, se tiene:

$$t = \frac{70 \text{ km}}{80 \text{ km/h} + 60 \text{ km/h}} = \frac{70 \text{ km}}{140 \text{ km/h}} = 0.5 \text{ h}$$

Que corresponde al instante en que se cruzarán los automóviles. La posición de los autos se puede encontrar sustituyendo el tiempo en cualquiera de las dos ecuaciones que la calculan:

$$x_A = (80 \text{ km/h}) (0.5 \text{ h}) = 40 \text{ km}$$

De igual forma:

$$x_B = 70 \text{ km} - (60 \text{ km/h}) (0.5 \text{ h}) = 70 \text{ km} - 30 \text{ km} = 40 \text{ km}$$

Observe que ambos resultados coinciden ya que se encuentran en la misma posición. Por medio de una gráfica se puede comprobar datos. Sólo se necesita trazar las rectas que

representan el movimiento de los automóviles. El cruce de ambas rectas corresponde al cruce de los automóviles.

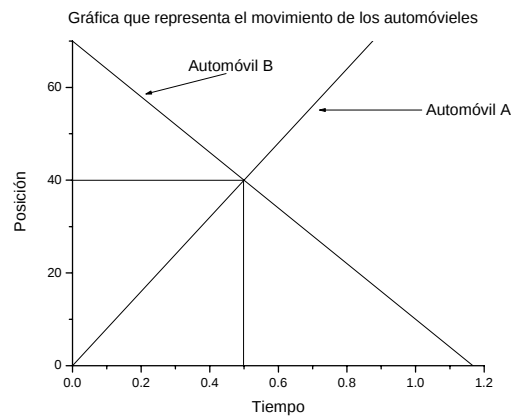


Figura 7

Las distancias recorridas por cada automóvil se calculan por medio de la ecuación 2:

$$d_A = |x - x_{0_A}| = |x_A - x_{0_A}| = |40 \text{ km} - 0 \text{ km}| = 40 \text{ km}$$

Y

$$d_B = |x - x_{0_B}| = |x_B - x_{0_B}| = |40 \text{ km} - 70 \text{ km}| = |-30 \text{ km}| = 30 \text{ km}$$

Ejemplo 5.

Un automóvil A se mueve de la Cd. de México con rumbo al Puerto de Acapulco con una velocidad de 80 km/h. Simultáneamente, un automóvil B parte de la Cd. de Cuernavaca rumbo al mismo puerto con una velocidad de 60 km/h. Si la distancia de la Cd. de México y la Cd. de Cuernavaca es de 70 km, aproximadamente, calcule el tiempo y el lugar en que el automóvil A alcanza al automóvil B y la distancia recorrida por cada automóvil. Haga una gráfica para comprobar sus resultados.

La velocidad del automóvil A es de 80 km/h y supongamos que el origen del sistema de coordenadas se coloca en la Cd. de México. En consecuencia, la posición inicial de este automóvil es de cero. Para el automóvil B la velocidad es de 60 km/h rumbo al mismo destino y su posición inicial sería de 70 km, con respecto al mismo sistema de referencia. Los tiempos iniciales de ambos automóviles son iguales a cero, debido a que comienzan a moverse en el momento de accionar el cronómetro. De esta forma, las ecuaciones para el movimiento de ambos automóviles son:

$$x_A = x_{0_A} + v_A (t - t_{0_A}) = 0 + (80 \text{ km/h}) t = (80 \text{ km/h}) t$$

Y

$$x_B = x_{0B} + v_B (t - t_{0B}) = 70 \text{ km} + (60 \text{ km/h}) t$$

En el alcance, las posiciones finales de ambos automóviles son iguales. Por lo tanto ambas ecuaciones deben ser igualadas, es decir:

$$(80 \text{ km/h}) t = 70 \text{ km} + (60 \text{ km/h}) t$$

Despejando el tiempo, se tiene:

$$t = \frac{70 \text{ km}}{80 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h}} = \frac{70 \text{ km}}{20 \text{ km/h}} = 3.5 \text{ h}$$

La posición de los automóviles se puede encontrar sustituyendo el tiempo en cualquiera de las dos ecuaciones correspondientes a la posición.

$$x_A = (80 \text{ km/h}) (3.5 \text{ h}) = 280 \text{ km}$$

De igual forma

$$x_B = 70 \text{ km} + (60 \text{ km/h}) (3.5 \text{ h}) = 70 \text{ km} + 210 \text{ km} = 280 \text{ km}$$

Observe que ambos resultados coinciden ya que se encuentran en la misma posición. Por medio de una gráfica se puede comprobar estos resultados. Sólo se necesita trazar las rectas que representan el movimiento de los automóviles. El cruce de ambas rectas corresponde al cruce de los automóviles. La recta vertical se traza a partir del punto en el cual el tiempo es igual a 3.5 horas hasta llegar al cruce de las rectas que representan el movimiento de los automóviles. Al trazar una línea horizontal a partir de este punto, vemos que el cruce con el eje de las ordenadas se lleva a cabo a 280 km del origen. Note que el automóvil A no hubiese alcanzado al B si su velocidad fuese menor o igual que la del automóvil B. Geométricamente

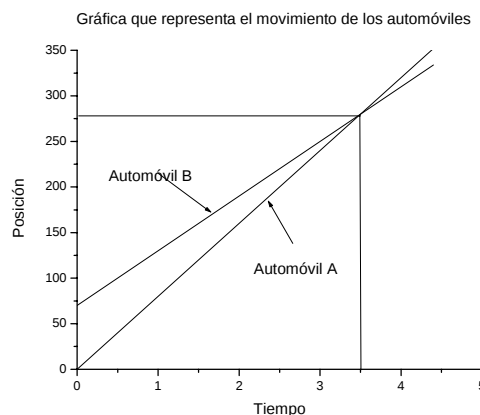


Figura 8

equivaldría a que las rectas no se cruzaran. En el caso particular en que ambas velocidades fuesen iguales, las rectas serían paralelas.

Ejemplo 6.

Un automóvil A se mueve de la Cd. de México con rumbo al Puerto de Acapulco con una velocidad de 60 km/h. Después de dos horas un automóvil B parte de la Cd. de Cuernavaca rumbo al mismo puerto con una velocidad de 80 km/h. Si la distancia de la Cd. de México y la Cd. de Cuernavaca es de 70 km, calcule el tiempo y el lugar en que el automóvil B alcanza al automóvil A y la distancia recorrida por cada automóvil. Haga una gráfica para comprobar sus resultados.

La velocidad del automóvil A es de 60 km/h y supongamos que el origen del sistema de coordenadas se coloca en la Cd. de México. En consecuencia, la posición inicial de este automóvil es de cero. Para el automóvil B la velocidad es de 80 km/h rumbo al mismo destino y su posición inicial es de 70 km, con respecto al mismo sistema de referencia. Los tiempos iniciales de ambos automóviles son diferentes debido a que el auto B comienza su movimiento dos horas después de iniciado el movimiento del auto A, por lo que el auto B lleva dos horas de movimiento menos que el auto A. De esta forma, las ecuaciones para ambos automóviles son:

$$x_A = x_{0A} + v_A (t - t_{0A}) = 0 + (60 \text{ km/h}) t = (60 \text{ km/h}) t$$

Y

$$x_B = x_{0B} + v_B (t - t_{0B}) = 70 \text{ km} + (80 \text{ km/h}) (t - 2 \text{ h})$$

O

$$x_B = x_{0B} + v_B (t - t_{0B}) = 70 \text{ km} + (80 \text{ km/h}) t - 160 \text{ km} = (80 \text{ km/h}) t - 90 \text{ km}$$

En el alcance, las posiciones finales de ambos automóviles coinciden, por lo que ambas ecuaciones deben ser igualadas, es decir:

$$(60 \text{ km/h}) t = (80 \text{ km/h}) t - 90 \text{ km}$$

Despejando el tiempo, se tiene:

$$t = \frac{-90 \text{ km}}{60 \text{ km/h} - 80 \text{ km/h}} = \frac{-90 \text{ km}}{-20 \text{ km/h}} = 4.5 \text{ h}$$

Que es el tiempo que tarda el coche A en ser alcanzado.

La posición de los automóviles se puede encontrar sustituyendo el tiempo en cualquiera de las dos ecuaciones correspondientes a la posición.

$$x_A = (60 \text{ km/h}) (4.5 \text{ h}) = 270 \text{ km}$$

De igual forma:

$$x_B = 70 \text{ km} + (80 \text{ km/h}) (4.5 \text{ h} - 2 \text{ h}) = 70 \text{ km} + 200 \text{ km} = 270 \text{ km}$$

Observe que ambos resultados coinciden ya que se encuentran en la misma posición. Por medio de una gráfica se puede comprobar estos resultados. Sólo se necesita trazar las rectas que representan el movimiento de los automóviles. El cruce de ambas rectas corresponde al alcance de los automóviles. La recta vertical se traza a partir del punto en el cual el tiempo es igual a 4.5 horas hasta llegar al cruce de las rectas que representan el movimiento de los automóviles. Al trazar una línea horizontal a partir de este punto, vemos que el cruce con el eje

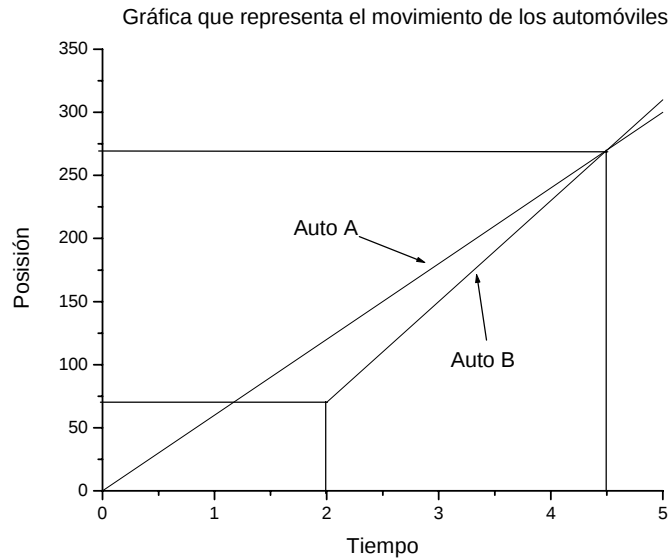


Figura 9

de las ordenadas se lleva a cabo a 270 km del origen. Note que el automóvil B no hubiese alcanzado al A si su velocidad fuese mayor o igual que la del automóvil B. Geométricamente equivaldría a que las rectas no se cruzaran.

La distancia que recorren ambos autos es:

$$d_A = |x - x_{0_A}| = |x_A - x_{0_A}| = |270 \text{ km} - 0 \text{ km}| = 270 \text{ km}$$

Y

$$d_B = |x - x_{0_B}| = |x_B - x_{0_B}| = |270 \text{ km} - 70 \text{ km}| = |200 \text{ km}| = 200 \text{ km}$$

En la figura se observa la distancia recorrida por ambos autos. Note que el auto B comienza su movimiento dos horas después de comenzar el movimiento del auto A. De igual forma, se muestra que si la velocidad del auto B fuese menor que la del auto A, no hubiese podido alcanzar al auto A.

Ejemplo 7.

Un automóvil A parte de la Cd. de México con una velocidad de 100 km/h en dirección a la Cd. de Guadalajara. Después de 3 horas otro automóvil B parte de la Cd. de Guadalajara hacia la Cd. de México, con una velocidad de 80 km/h. Si la velocidad de los automóviles se mantiene constante durante todo el viaje y la distancia entre ambas ciudades es de 600 km aproximadamente, encuentre el instante y la posición en que se cruzarán los automóviles. ¿Qué distancia recorrió cada automóvil antes de cruzarse? Haga una gráfica para comprobar sus resultados.

Como la velocidad del automóvil A es de 100 km/h y si suponemos que el origen del sistema de coordenadas se coloca en la Cd. de México, observamos que la posición inicial de este automóvil es de cero. Para el automóvil B la velocidad es de -80 km/h ya que se desplaza en sentido contrario al movimiento del auto A y su posición inicial sería de 600 km, con respecto al mismo sistema de referencia. Los tiempos iniciales de ambos automóviles son diferentes debido a que el auto B comienza su movimiento 3 horas después de iniciado el movimiento del auto A, por lo que el auto B lleva 3 horas de movimiento menos que el auto A. De esta forma, las ecuaciones para el movimiento de ambos automóviles son:

$$x_A = x_{0A} + v_A (t - t_0) = 0 + (100 \text{ km/h}) t = (100 \text{ km/h}) t$$

Y

$$x_B = x_{0B} + v_B (t - t_{0B}) = 600 \text{ km} + (-80 \text{ km/h}) (t - 3 \text{ h})$$

O

$$x_B = x_{0B} + v_B (t - t_{0B}) = 840 \text{ km} + (-80 \text{ km/h}) t$$

En el cruce, las posiciones de ambos automóviles son iguales. Por lo tanto, ambas ecuaciones se deben igualar, es decir:

$$(100 \text{ km/h}) t = 840 \text{ km} + (-80 \text{ km/h}) t$$

Despejando el tiempo, se tiene:

$$t = \frac{840 \text{ km}}{100 \text{ km/h} + 80 \text{ km/h}} = \frac{840 \text{ km}}{180 \text{ km/h}} = 4.67 \text{ h}$$

Que corresponde al instante en que se cruzan los automóviles. La posición de los automóviles se puede encontrar sustituyendo el tiempo en cualquiera de las dos ecuaciones que la calculan:

$$x_A = (100 \text{ km/h}) (4.67 \text{ h}) = 466.67 \text{ km}$$

De igual forma:

$$x_B = 600 \text{ km} - (80 \text{ km/h}) (4.67 \text{ h} - 3.0 \text{ h}) = 600 \text{ km} - 133.33 \text{ km} = 466.67 \text{ km}$$

Observe que ambos resultados coinciden ya que se encuentran en la misma posición. Por medio de una gráfica se puede comprobar estos resultados. Sólo se necesita trazar las rectas que representan el movimiento de los automóviles. El cruce de ambas rectas corresponde al cruce de los automóviles.

Las distancias recorridas por cada automóvil se calculan por medio de la ecuación 4:

$$d_A = |x - x_{0_A}| = |x_A - x_{0_A}| = |466.67 \text{ km} - 0 \text{ km}| = 466.67 \text{ km}$$

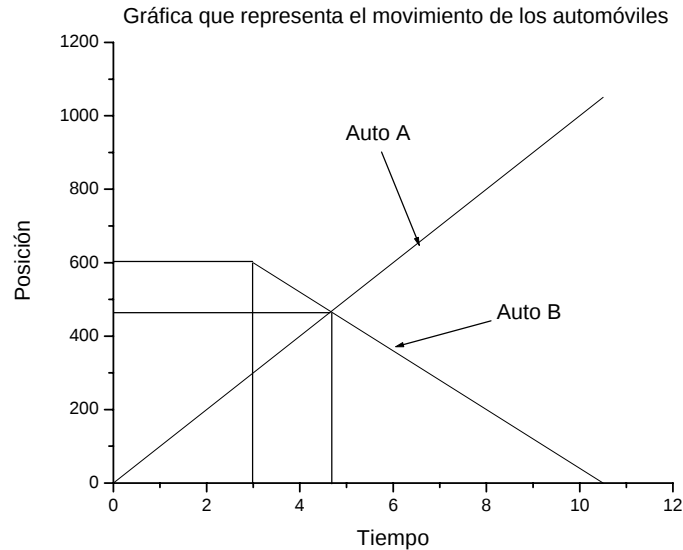


Figura 10

Y

$$d_B = |x - x_{0_B}| = |x_B - x_{0_B}| = |600 \text{ km} - 466.67 \text{ km}| = |133.33 \text{ km}| = 133.33 \text{ km}$$

En la figura se observa la distancia recorrida por ambos autos. Note que el auto B comienza su movimiento a 3 horas después de comenzar el movimiento del auto A. También se muestra que no importa la velocidad que lleven ambos autos para que se lleve a cabo el cruce, siempre y cuando vayan en direcciones opuestas. Claro está que el auto B debe partir antes del tiempo que tarde el coche A en llegar a la Cd. de Guadalajara para que se puedan cruzar en el camino. El sistema es un programa que muestra la simulación del Movimiento Rectilíneo Uniforme. La simulación contiene iconos, los cuales serán utilizados para representar el desplazamiento de dos objetos que se mueven de acuerdo a las características de este tipo movimiento. El usuario podrá introducir los valores del tiempo y de la posición inicial, al igual que los valores del tiempo final y de las velocidades de cada uno de los cuerpos por medio de barras de desplazamiento.

El sistema está diseñado para introducir posiciones y velocidades positivas y negativas. Después de introducir los parámetros que rijan una determinada simulación, el usuario podrá activarla por medio del botón de comando **Iniciar Movimiento**. Así, se observará que un cuerpo se desplazará el doble de distancia, si la velocidad con la que se mueve es el doble de la velocidad con la que se mueve el otro cuerpo. De esta forma, se podrá ver que la velocidad es proporcional a la distancia recorrida: a mayor velocidad, mayor distancia. La figura siguiente muestra el desplazamiento de ambos cuerpos para esta situación. El objetivo que se persigue con el sistema, es que se pueda analizar simultáneamente el desplazamiento de dos objetos, al variar los parámetros que rigen sus movimientos. Así, se puede hacer una serie de combinaciones con los valores de las posiciones y los tiempos iniciales, al igual que las velocidades. El sistema está basado en la ecuación 1 que corresponde a la expresión matemática para este tipo de movimientos.

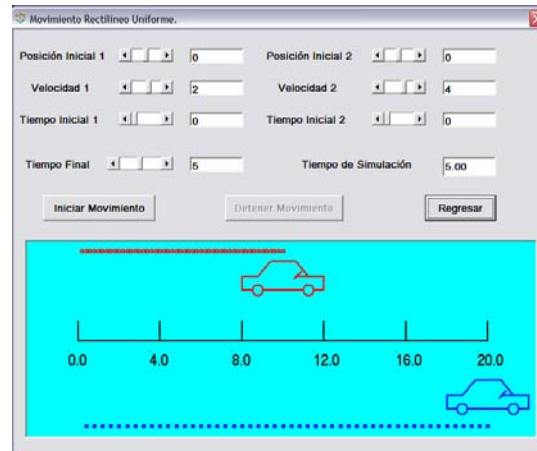


Figura 11

CONCLUSIONES

- El sistema muestra los movimientos de los objetos para cada parámetro que rige su simulación. Con esto se puede realizar una serie de combinaciones que permitan analizar sus comportamientos.
- El usuario podrá comprobar que la distancia que recorren y la posición de los objetos en cada simulación, coincide con las calculadas teóricamente por medio de las ecuaciones correspondientes a cada tema.
- Los sistemas pueden ser usados para la Educación a Distancia por ser transportables fácilmente.
- Con el uso de los sistemas se puede lograr un aprendizaje activo.

- Se logran imágenes conceptuales a través de los modelos visuales que se generan con las simulaciones.
- El sistema es un apoyo a la labor docente.

BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán, V; Braun, Eliezer. Principios de Física. Trillas. México, 1970.
- Cevallos, Fco. Javier. Enciclopedia de Visual Basic. Alfa Omega Grupo Editor. México. 1997.
- Haaser, Norman B; LaSalle, Joseph P; Sullivan, Joseph A. Análisis Matemático, Curso de Introducción. Trillas. México, 1977.
- Resnick, Robert; Halliday, David. Física. Vol II. CECSA. México, 1980.
- Sears, Francis W; Zemansky, Mark; Young, Hugh D. Física Universitaria. Addison-Wesley Iberoamericana. 1988.
- Wooton, William; Beckenbach, Edwin F; Fleming, Frank J. Geometría Analítica Moderna. Publicaciones Cultural S.A. México. 1978.