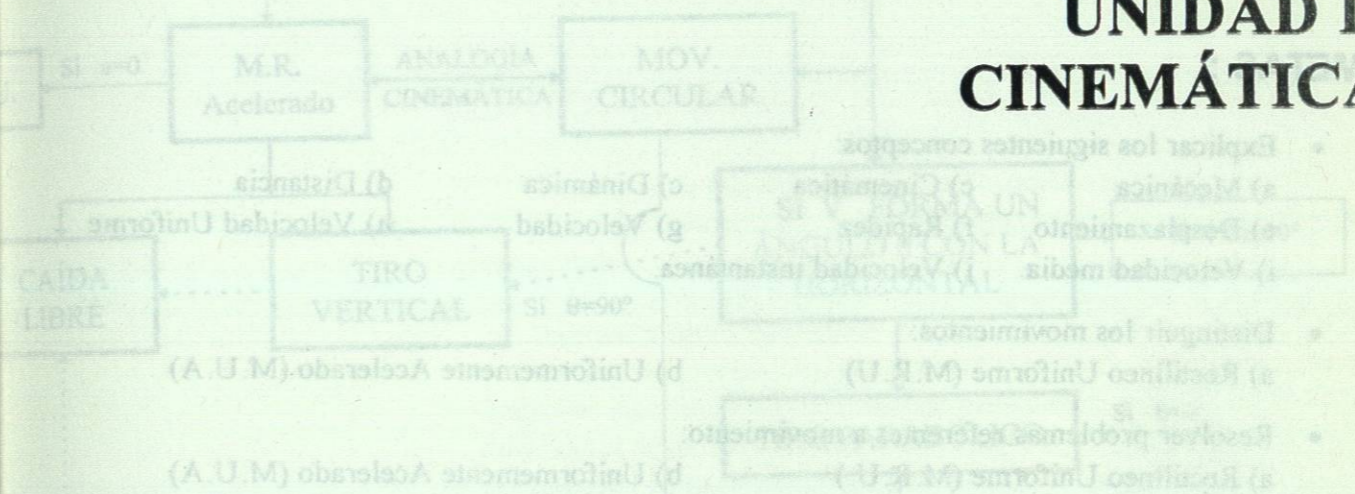


## PROBLEMAS PROPUESTOS

- Resuelve los siguientes problemas empleando los métodos gráficos, calculando la magnitud y dirección del vector resultante.
  - $V_1 = 50 \text{ N a } 20^\circ$ ;  $V_2 = 40 \text{ N a } 55^\circ$
  - $V_1 = 12 \text{ N a } 10^\circ$ ;  $V_2 = 10 \text{ N a } 75^\circ$
  - $V_1 = 50 \text{ N a } 30^\circ$ ;  $V_2 = 60 \text{ N a } 135^\circ$  y  $V_3 = 70 \text{ N a } 225^\circ$
- Resuelve los siguientes problemas empleando los métodos analíticos, calculando la magnitud y dirección del vector resultante.
  - $V_1 = 7 \text{ N a } 35^\circ$ ;  $V_2 = 9 \text{ N a } 140^\circ$
  - $V_1 = 30 \text{ N a } 20^\circ$ ;  $V_2 = 50 \text{ N a } 90^\circ$ ;  $V_3 = 45 \text{ N a } 180^\circ$  y  $V_4 = 60 \text{ N a } 270^\circ$
  - $V_1 = 450 \text{ m a } 10^\circ$ ;  $V_2 = 600 \text{ m a } 270^\circ$  y  $V_3 = 300 \text{ m a } 230^\circ$

UNIDAD II  
CINEMÁTICA

## OBJETIVOS :

- Calcular el desplazamiento y la longitud recorrida, a partir de sus definiciones, distinguiendo entre ambas y destacando el carácter vectorial del primero.
- Calcular la velocidad media e instantánea, y la rapidez media e instantánea a partir de sus definiciones, distinguiendo en cada caso entre velocidad y rapidez y destacando el carácter vectorial de la primera.
- Calcular la aceleración media e instantánea de un cuerpo que se mueve con M.R.U.A. destacando el carácter vectorial de la misma.
- Describir gráficamente en una dimensión el M.R.U.A. de un cuerpo, identificando el M.R.U. como un caso particular cuando  $A \equiv 0$ .
- Describir gráficamente el M.R.U.A. a partir de las gráficas " $X$  vs  $T$ ", " $V$  vs  $t$ " y " $A$  vs  $T$ " calculando estas magnitudes y sus variaciones a través de las pendientes y las áreas bajo la curva en las gráficas señaladas.

- Calcular las magnitudes cinemáticas que caracterizan al M.R.U.A. mediante las ecuaciones de este movimiento utilizando un sistema de referencia previamente seleccionado e identificando en particular el movimiento de caída libre y de tiro vertical como M.R.U.A.
- Interpretar los resultados físicos a partir de los resultados matemáticos obtenidos haciendo un uso adecuado del análisis dimensional.
- Describir cualitativa y cuantitativamente el movimiento parabólico como la composición de un movimiento horizontal con velocidad constante y otra vertical con aceleración constante, a través del cálculo de las magnitudes cinemáticas que caracterizan a este movimiento, utilizando las ecuaciones del M.R.U.A. y de las gráficas de posición, velocidad y aceleración contra tiempo.

**METAS :**

- Explicar los siguientes conceptos:
 

a) Mecánica	c) Cinemática	e) Dinámica	g) Distancia
e) Desplazamiento	f) Rapidez	g) Velocidad	h) Velocidad Uniforme
i) Velocidad media	j) Velocidad instantánea.		
- Distinguir los movimientos:
 

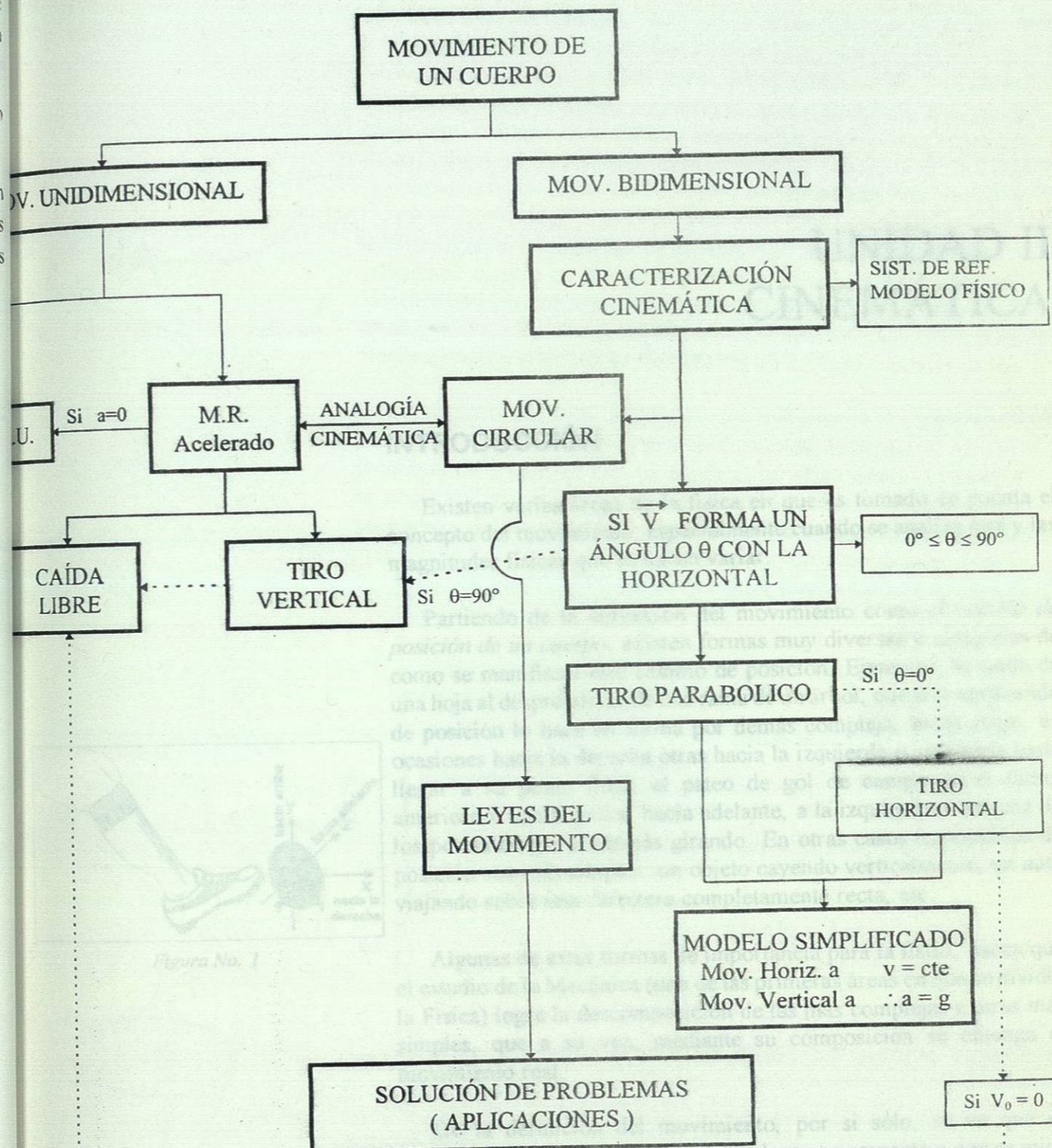
a) Rectilíneo Uniforme (M.R.U.)	b) Uniformemente Acelerado (M.U.A)
---------------------------------	------------------------------------
- Resolver problemas referentes a movimiento:
 

a) Rectilíneo Uniforme (M.R.U.)	b) Uniformemente Acelerado (M.U.A)
---------------------------------	------------------------------------
- Interpretar gráficamente las siguientes relaciones en el M.R.U.
 

a) Posición-Tiempo (s vs t)	b) Velocidad-Tiempo (v vs t)
-----------------------------	------------------------------
- Interpretar gráficamente las siguientes relaciones en el M.U.A.
 

a) Posición-Tiempo (s vs t)	b) Posición-Tiempo al cuadrado (s vs t <sup>2</sup> )
c) Velocidad-Tiempo (v vs t)	d) Aceleración-Tiempo (a vs t)
- Resolver problemas de:
 

a) Caída Libre	b) Tiro Vertical hacia Arriba
c) Tiro Horizontal	d) Tiro Parabólico.



# UNIDAD II CINEMÁTICA

## INTRODUCCIÓN

Existen varias áreas de la física en que es tomado en cuenta el concepto del movimiento, especialmente cuando se analiza éste y las magnitudes físicas que lo hacen variar.

Partiendo de la definición del movimiento como *el cambio de posición de un cuerpo*, existen formas muy diversas y complejas de como se manifiesta este cambio de posición. Ejemplos: la caída de una hoja al desprenderse de una rama de un árbol, que al ir cambiando de posición lo hace en forma por demás compleja, hacia abajo, en ocasiones hacia la derecha otras hacia la izquierda o viceversa hasta llegar a su punto final; el pateo de gol de campo en el futbol americano, hacia arriba, hacia adelante, a la izquierda o derecha de los postes de gol y además girando. En otros casos los cambios de posición son más simples: un objeto cayendo verticalmente, un auto viajando sobre una carretera completamente recta, etc.

Algunas de estas formas de importancia para la física, hacen que el estudio de la Mecánica (una de las primeras áreas en que se dividió la Física) logre la descomposición de las más complejas a otras más simples, que a su vez, mediante su composición se obtenga el movimiento real.

De la definición del movimiento, por si sólo, se ve que es imposible llegar a más, si no se establece con respecto a qué se mide dicho cambio de posición. Es decir, para poder dar las características de un movimiento hay que establecer con respecto a qué cuerpo, cuerpos o punto base vamos a considerar dicho movimiento.

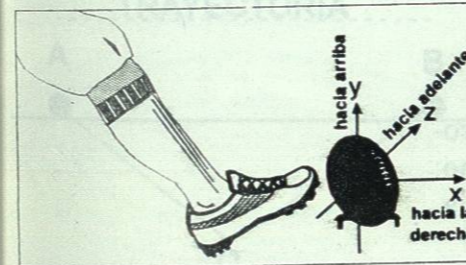


Figura No. 1

El cuerpo, cuerpos o punto base constituyen el sistema de referencia. Así, cualquier movimiento debe siempre considerarse a un sistema de referencia previamente determinado. La elección del sistema de referencia a usar, al principio quizá lo hagamos en forma arbitraria pero con la experiencia podremos ir estableciendo aquél que sea más conveniente para facilitar nuestro estudio en función de lo que se pretenda hacer.

En el mundo real el movimiento se realiza en el espacio, lo cual ha hecho práctico asociar el movimiento con un sistema de coordenadas que nos permitan la descomposición analítica del movimiento. En nuestro curso usaremos el sistema de coordenadas rectangulares por su relativa sencillez de los problemas abordados en el presente texto.

Por lo tanto, en el avance de este capítulo relacionado con la Mecánica, como parte de la física que se encarga de estudiar el movimiento y estado de los cuerpos diremos que la Mecánica se divide en Cinemática: la cual describe matemáticamente el movimiento de los cuerpos y Dinámica que estudia las causas que producen el movimiento y sus cambios.

**MECÁNICA**

Cinemática describe matemáticamente el movimiento de los cuerpos

Dinámica estudia las causas que producen el movimiento y sus cambios

Además, para el complemento de este estudio se irán introduciendo y generalizando algunos conceptos básicos, tales como: sistema de referencia, trayectoria, desplazamiento, distancia, rapidez, velocidad, aceleración, etc.

**DISTANCIA Y DESPLAZAMIENTO**

Primero tomemos en cuenta que todos los cuerpos al ser sometidos a una fuerza sufren deformaciones y para simplificar nuestro estudio es necesario introducir el modelo de *cuerpo rígido*, el cual evita en esta primera instancia, el análisis de estas deformaciones.

Entenderemos como *cuerpo rígido*, aquel cuerpo que no se deforma bajo la acción de las fuerzas que sobre él actúan, es decir,

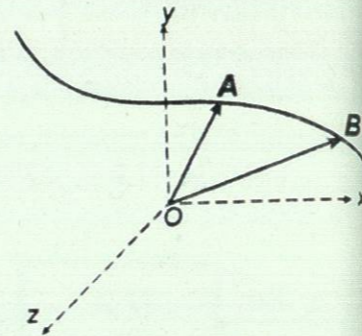


Figura No. 2

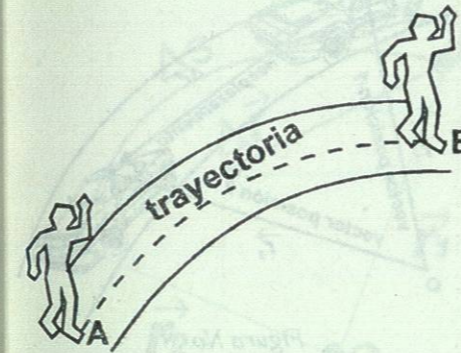


Figura No. 4. Mov. traslación.

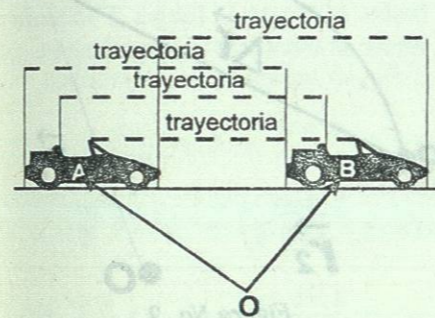


Figura No. 5. Traslación.

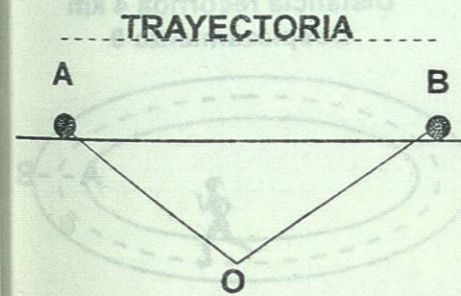


Figura No. 6. Tomado como partícula.

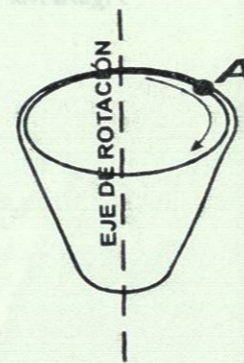


Figura No. 3. Movimiento de Rotación

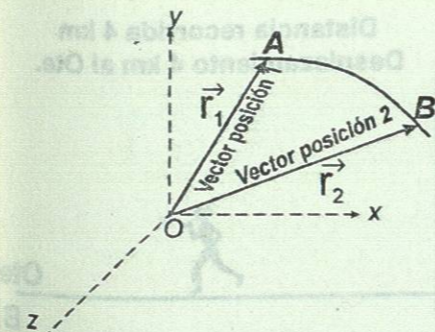


Figura No. 7. Vector posición.

en un cuerpo rígido no puede haber desplazamientos relativos entre sus partes, aclarando que no existen cuerpos realmente rígidos en la naturaleza y el introducirlo en nuestro curso constituye una muy cercana aproximación.

Como se mencionó antes, existen muy variadas formas de cambiar de posición, pero por muy complejo que sea el movimiento de un cuerpo rígido, siempre se manifestará en dos tipos: *traslación* y *rotación*.

El *movimiento de rotación* es en el que todos los puntos del cuerpo rígido describen circunferencias cuyos centros caen sobre una línea llamada *eje de rotación* del cuerpo.

El *movimiento de traslación* es aquél tipo de movimiento en que todos los puntos del cuerpo deben recorrer trayectorias similares.

Por lo tanto, en nuestro estudio sobre el movimiento de traslación del cuerpo rígido lo haremos como si el cuerpo fuera una *partícula*, la cual en mecánica se entiende como el cuerpo cuyas dimensiones y forma pueden ser despreciadas al plantearse el análisis de su movimiento.

Por ejemplo, al hacer un análisis de la trayectoria seguida por un automóvil en movimiento, los faros, llantas, volante o cualquier otra parte del mismo, seguirán la misma trayectoria.

Además, para simplificar el estudio sólo describiremos el movimiento, sin tratar de explicar sus causas y que el sistema de referencia podemos trasladarlo, de tal manera que podemos analizar cada una de las componentes del movimiento sobre cada eje coordenado.

Ya con estos antecedentes podemos comenzar con el estudio de la cinemática de traslación de un cuerpo rígido. Pero ¿dónde está un objeto? ¿Cómo podemos localizarlo?

Se hace necesario saber en cada instante la posición de la partícula. Para este caso usaremos, como ya se estableció, un sistema de coordenadas rectangulares XYZ fijo a un objeto o punto que constituirá nuestro sistema de referencia.

La posición de la partícula estará determinado por el vector que va desde el origen del sistema de referencia al punto a considerar y a esta recta se le denomina *vector posición* ( $\vec{r}$  en la figura 8). Nota: si se realiza un cambio en el sistema de referencia, automáticamente será otro el vector posición.

Supongamos que un automóvil (fig. 9) se mueve sobre una curva de la carretera (trayectoria), y tomamos la partícula que está en el centro del capote, en el instante  $t_1$  se encuentra sobre el punto 1 de la trayectoria donde  $\vec{r}_1$  es el vector posición 1 con respecto al sistema de referencia O. Al transcurrir un lapso de tiempo  $\Delta t$  (cambio de tiempo) la partícula pasa al punto 2 de la trayectoria y su vector posición será  $\vec{r}_2$ .

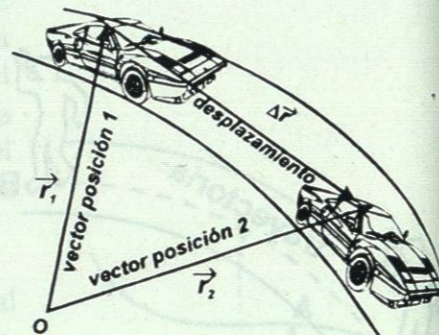


Figura No. 8

Definiremos el vector desplazamiento ( $\vec{r}$ ) entre los puntos 1 y 2 como el vector  $\vec{r}_2 - \vec{r}_1$ , el cual se muestra en la figura. Es de gran importancia la definición del vector desplazamiento porque nos indica en forma precisa como ha variado la posición del móvil. Además para hacer completo el estudio de las características del movimiento, se hace necesario definir la distancia recorrida ( $\Delta s$ ) como la longitud de la trayectoria descrita (en este caso la longitud del arco formado entre el punto 1 y el punto 2).

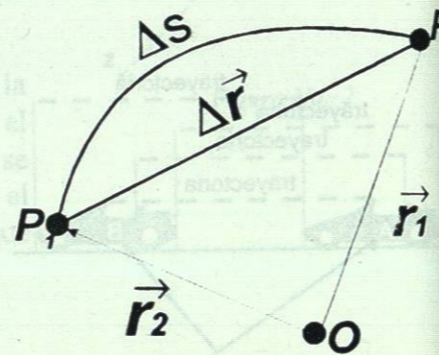


Figura No. 9

Dado que el vector desplazamiento ( $\vec{r}$ ) sólo depende de las posiciones final e inicial, la partícula puede describir, en un intervalo de tiempo dado, trayectorias diferentes. Ambos conceptos: distancia recorrida ( $\Delta s$ ) y desplazamiento ( $\vec{r}$ ) son de gran importancia en la vida real y cada uno se utilizará dependiendo de la información que se desea obtener del movimiento.

*Distancia recorrida por un móvil es una cantidad escalar, ya que sólo representa la magnitud de la longitud real de su trayectoria.*

Por ejemplo, si una persona trota 4 kilómetros sobre una pista circular o recta, la distancia recorrida es de 4 kilómetros.

*El desplazamiento realizado por un móvil es una cantidad vectorial que corresponde a la distancia medida en línea recta entre los puntos inicial y final del recorrido en una dirección particular.*

Distancia recorrida 4 km  
Desplazamiento 0

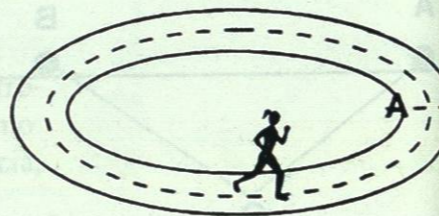


Figura No. 10

Distancia recorrida 4 km  
Desplazamiento 4 km al Ote.



Figura No. 11

Del ejemplo anterior, si la pista es circular y al recorrer los 4 kilómetros regresa al punto de partida, su desplazamiento ( $\vec{r}$ ) es cero y la distancia recorrida ( $\Delta s$ ) es de 4 kilómetros. Si la pista es recta hacia el oriente, su desplazamiento ( $\vec{r}$ ) es de 4 kilómetros al oriente y en este caso la distancia recorrida ( $\Delta s$ ) coincide con el Módulo del desplazamiento, 4 kilómetros, sin especificar dirección.

### VELOCIDAD MEDIA E INSTANTÁNEA. RAPIDEZ MEDIA E INSTANTÁNEA

Otras de las magnitudes físicas de igual importancia que el desplazamiento y la distancia recorrida, son las que se obtienen de los cocientes:

$$\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{y} \quad \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

donde llamaremos  $\Delta t$  al intervalo de tiempo que se asocia a los cambios de posición ya comentados, desplazamiento ( $\vec{r}$ ) y distancia recorrida ( $\Delta s$ ). Estas relaciones nos permite saber que tan rápido sucedió el cambio de posición, tanto en desplazamiento como en distancia recorrida.

La relación  $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$  se le denomina velocidad media ( $\vec{v}$ ) y a la relación  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$  se le denomina rapidez media ( $v_m$ )

De estas relaciones podemos establecer las siguientes definiciones:

*La rapidez media o promedio de un móvil es una cantidad escalar, la cual se define como el cociente de la distancia total recorrida por éste y el tiempo transcurrido.*

$$v_m = \frac{\text{Cambio de posición (distancia)}}{\text{Cambio de tiempo}}$$

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

Cuando hacemos coincidir el sistema de referencia con so y solamente consideramos el tiempo transcurrido, obtenemos:

$$v_m = \frac{s}{t} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo transcurrido}}$$