

Nombre: _____ Curso: _____

Introducción

En la ciencia uno de los avances más notables es cuando la Física logra sistematizar la información en relación a la descripción del movimiento, utilizando los conceptos básicos de tiempo, longitud, velocidad y aceleración.

En el caso de Newton, junto con la clarificación de los conceptos anteriores, también crea una matemática especial, el cálculo diferencial, este conocimiento le permite llegar a la obtención de la ecuación de la fuerza de gravitación y con ella se logra explicar toda la cosmología que en esa época se conocía.

Objetivos

En esta guía se pretende fundamentalmente desarrollar la habilidad para:

- Describir cualitativamente un movimiento desde diferentes sistemas de referencia
- Describir movimientos con ayuda de los vectores posición y desplazamiento.
- Describir movimientos con ayuda de los vectores velocidad y aceleración.
- Diferenciar los conceptos de rapidez y velocidad.

MECÁNICA

Es la rama de la Física que tiene por objeto el estudio de los movimientos de las partículas. La mecánica se divide en tres capítulos.

* CINEMÁTICA

Estudia el movimiento de las partículas sin considerar las causas que lo producen.

* DINÁMICA

Estudia el movimiento de las partículas atendiendo a las causas que lo producen.

* ESTÁTICA

Estudia las condiciones para que una partícula o sistema de partículas se encuentran en equilibrio o reposo

Conceptos básicos de la Cinemática

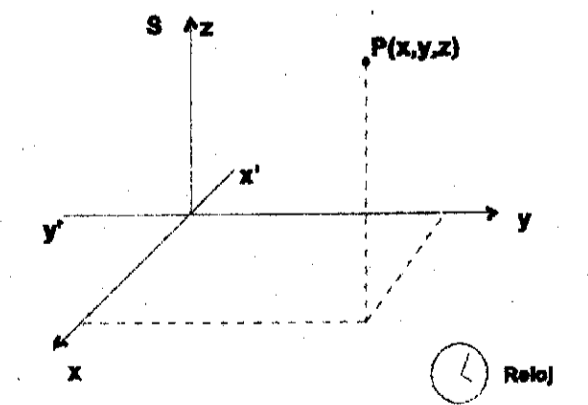
1) Sistema de referencia (SR):

El sistema de referencia está conformado por dos elementos: un objeto o punto de referencia y por un cronómetro. Al punto de referencia se le asocia un sistema de coordenadas ortogonal y también se fijan los sentidos positivos y negativos en los ejes, por último se le asigna una métrica para medir la longitud, en S. I la longitud se expresa en metro, en el caso del cronómetro o reloj, el tiempo en el S.I. se expresa en segundo.

Ej. Para especificar la posición de una partícula P con respecto al sistema de referencia debemos considerar los siguientes elementos:

- a. Punto de origen O
- b. Direcciones de referencia:
 $\overrightarrow{(+x; -x)}$; $\overrightarrow{(+y; -y)}$; $\overrightarrow{(+z; -z)}$
- c. Sentido de referencia
 ox ; oy ; oz
- d. Coordenadas de posición
 (x, y, z)
- e. Reloj R que permita medir el tiempo.

Fig N°1



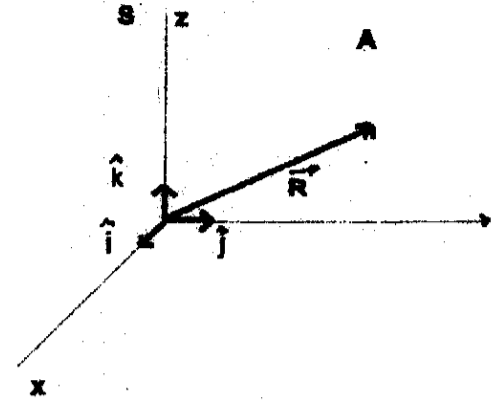
Vector posición:

La posición de una partícula P(m) que se encuentra en un punto A del espacio puede ser especificado con respecto al origen del sistema de referencia S mediante el vector posición

Fig N°4

$$\vec{OA} = \vec{r}$$

$$\vec{r} = x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}$$



Observación: No olvide que todo vector queda caracterizado por los siguientes elementos:

- i) Módulo
- ii) Dirección
- iii) Sentido

En el caso de una partícula que se mueve en línea recta, por lo general la trayectoria se hará concordar con el eje x, en tal caso el vector de posición se deberá expresar en función del eje x, si la partícula se está movimiento se puede expresar su posición mediante una función, la cual depende del tiempo.

Ejemplo:

$$x_1 = 5 + 2t; \quad x_2 = -5 + 4t; \quad x_3 = 4 - 5t; \quad x_4 = 2t + 4t^2$$

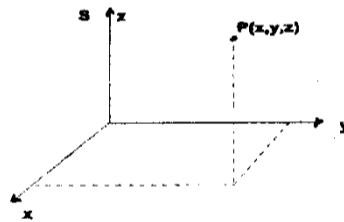
2. Concepto de movimiento:

Si las coordenadas de posición x, y, z de la partícula P(m) con respecto al sistema de referencia S varían a medida que el tiempo transcurre, entonces la partícula P se encuentra en movimiento, luego x, y, z son funciones continuas el tiempo:

$$x = f(t)$$

$$y = g(t)$$

$$z = h(t)$$



Por el contrario si las coordenadas de posición (x, y, z) de la partícula P(m) con respecto al sistema de referencia S no varía a medida que el tiempo transcurre entonces la partícula P(m) se encuentra en reposo.

3. Relatividad del movimiento:

" El estado de reposo o de movimiento de una partícula depende del sistema de referencia que se ha elegido"

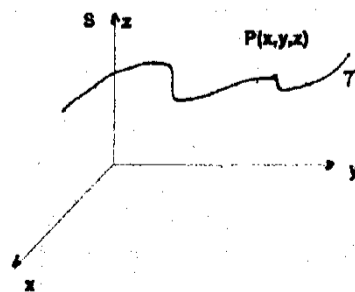
4. Concepto de trayectoria:

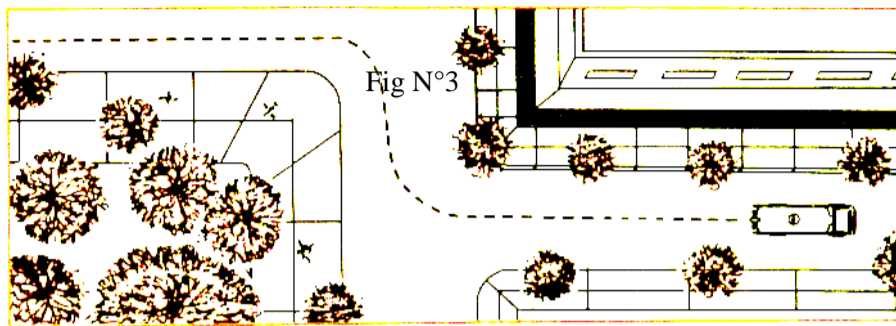
Una partícula P en movimiento en relación a un sistema de referencia S ocupa diversas posiciones o puntos del espacio, estos al unirlos forman una curva geométrica que recibe el nombre de trayectoria, por ejemplo, la curva T de la figura

Trabajo :

- Dibuje las siguientes trayectorias:

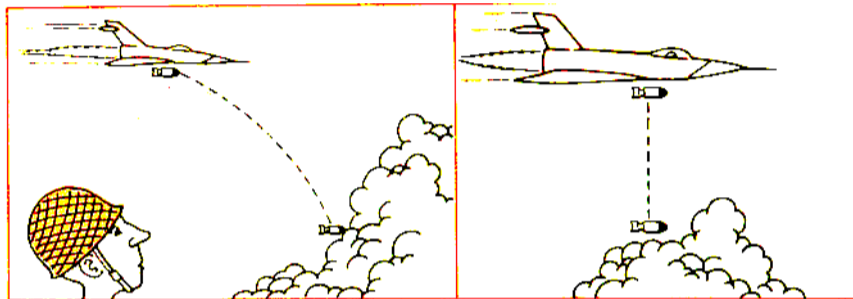
- a) Recta
- b) Curvilínea
- c) Circunferencial
- d) Elíptica
- e) Parabólica
- f) Hiperbólica





- Comente la siguiente afirmación :

"La trayectoria descrita por una partícula en movimiento depende del sistema de referencia en que se encuentra el observador".



5. Vector desplazamiento o cambio de posición ($\Delta\vec{r}$) :

En la figura N°5, \vec{r}_1 es el vector posición para la partícula en el tiempo t_1 , la cual se encuentra en el punto A y \vec{r}_2 es el vector posición de la partícula para un tiempo posterior t_2 , para este tiempo la partícula se encuentra en el punto B.

En el intervalo de tiempo $(t_2 - t_1) = \Delta t$, la partícula ha cambiado de posición desde el punto A al punto B, este cambio de posición queda representada por el vector $\overline{AB} = \Delta\vec{r}$ el que recibe el nombre de vector desplazamiento.

Observación:

En el triángulo OAB se tiene que:

$$\mathbf{OA} + \mathbf{AB} = \mathbf{OB}$$

$$\begin{aligned} \vec{r}_1 + \Delta\vec{r} &= \vec{r}_2 \\ \Delta\vec{r} &= \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \end{aligned}$$

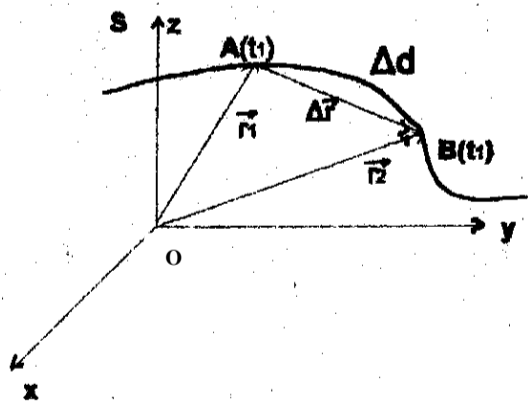


Fig N°5

"El desplazamiento es igual a la diferencia entre los vectores de posición y no depende de la trayectoria recorrida por la partícula al cambiar de posición entre dos puntos"

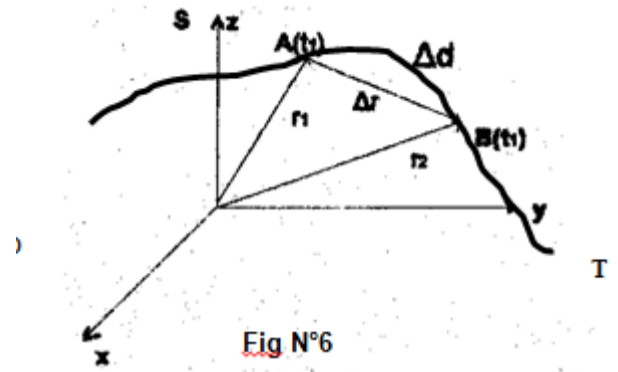
6. Distancia recorrida (Δd):

En el esquema de la figura, la longitud de la curva AB recibe el nombre de distancia recorrida y se representa por Δd , este es un concepto escalar.

Observación :

En general $\Delta d \geq |\Delta \vec{r}|$

- i) $\Delta d > |\Delta \vec{r}|$ si la trayectoria es curva
- ii) $\Delta d = |\Delta \vec{r}|$, si la trayectoria es recta y el sentido de movimiento de la partícula no cambia



7. **Gráfico itinerario** ($x = f(t)$).

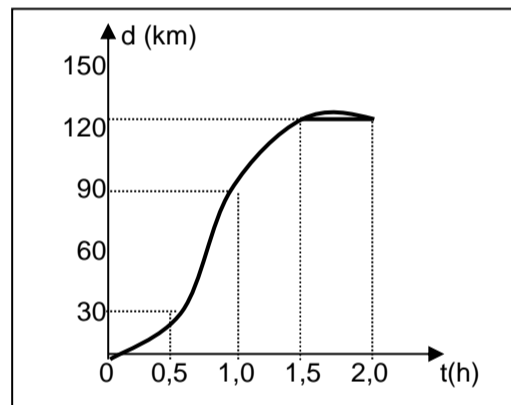
El movimiento de una partícula es posible estudiarlo mediante un gráfico itinerario, por lo que previamente es necesario tener una tabla itineraria en la cual se registran los datos de la posición de una partícula en diferentes instantes, y partir de ella se confecciona el gráfico $x = f(t)$

Con la información entregada por el gráfico es posible saber en qué instante (t_0) la partícula se encuentra en una posición determinada o que distancia recorre en un intervalo de tiempo (Δt).

Ej: Un automóvil se mueve sobre una carretera recta, de izquierda a derecha (sentido positivo). Al hacer el estudio de su movimiento se obtiene la siguiente tabla itineraria:

t (h)	d (km)
0	0
0,5	30
1,0	90
1,5	120
2,0	120

El gráfico itinerario correspondiente a la tabla itineraria anterior es:



8. **Rapidez media** (V_m) y **velocidad media** (\vec{v}_m)

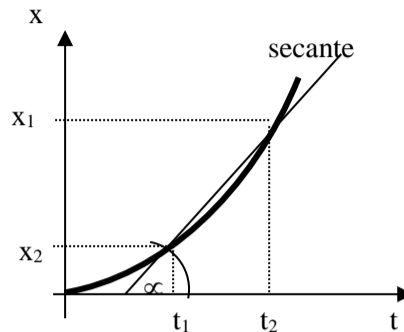
En la figura N° 6, la partícula P en el intervalo de tiempo $t_2 - t_1 = \Delta t$ ha cambiado desde el punto A hasta el punto B, en la trayectoria \mathcal{S} y dicha partícula ha experimentado un desplazamiento $\Delta \vec{r}$, ha recorrido una distancia Δd .

i) **Concepto de Rapidez media**

La rapidez media es un concepto de tipo escalar, y se obtiene como el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo empleado en recorrer dicha distancia, la rapidez media no corresponde a la rapidez con la cual se mueve el cuerpo: En el S.I se expresa en (m/s)

$$v_m \equiv \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad \text{ec. \# 1}$$

En un gráfico de itinerario la rapidez media se obtiene calculando la pendiente a la secante para el intervalo de tiempo (secante = línea recta que corta una curva en dos punto).

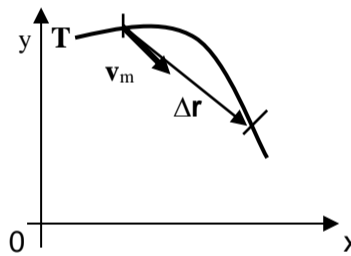


Velocidad media (\vec{v}_m)

La velocidad media es un concepto de carácter vectorial, corresponde al cociente entre el desplazamiento y el tiempo empleado. El desplazamiento y la velocidad media son vectores con igual dirección y sentido (vectores ligados), la velocidad media no corresponde a la velocidad instantánea que tiene la partícula, puede ser que la partícula tenga rapidez media y su velocidad media sea nula. Lo anterior se cumple si la trayectoria es cerrada. En el S. I su unidad es (m/s)

En la figura siguiente se muestra la relación grafica entre los concepto de desplazamiento y velocidad

$$\vec{v}_m \equiv \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{Ec. \# 2}$$



9. Rapidez instantánea y velocidad instantánea

i) Rapidez instantánea (v)

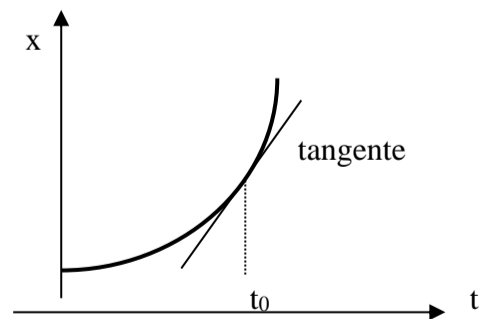
La rapidez instantánea es la rapidez que tiene la partícula en un determinado tiempo, en un vehículo la rapidez instantánea es lo que se lee en un rapidímetro, la rapidez instantánea se calcula en forma matemática mediante la siguiente expresión:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

Nota:

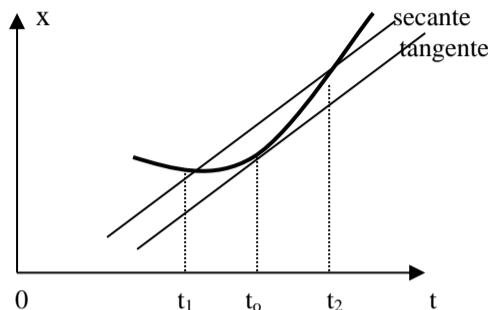
Si queremos calcular la rapidez instantánea lo podemos realizar mediante tres métodos

- 1) Mediante la secante paralela a la tangente
- 2) Utilizando el concepto de limite
- 3) Mediante derivada.



En un gráfico itinerario esta rapidez se obtiene calculando la pendiente a la tangente en el instante dado. Otra forma más simple de obtener la rapidez instantánea es, calcular la pendiente a la secante para un intervalo de tiempo muy pequeño tendiente a cero, en el gráfico adjunto entre t_1 y t_2 , en tal caso esta curva tiene igual pendiente que la tangente, que incluye al punto del instante t_0 en el cual se desea calcular la rapidez.

Gráfico itinerario



Ejemplo.

La siguiente función de itineraria corresponde a una partícula la cual se mueve en trayectoria recta, dicha trayectoria concuerda con el eje x de un sistema de referencia, en esta función los conceptos están entregados en el S.I. $X(t) = 3 t^2$

Determine :

- A) La posición a los 2 segundos
- B) La rapidez instantánea a los 2 segundos

Desarrollo:

$$A) X(t) = 3 t^2 \longrightarrow X_{(2)} = 3 t^2 \longrightarrow X_{(2)} = 3 \cdot 2^2 \longrightarrow X_{(2)} = 12 m$$

Primer método.-

- 1) Calculo mediante la secante paralela a la tangente
- B) Para de terminar la rapidez instantanea a los 2 segundos lo realizaremos utilizando una secante que incluya al instante $t = 2 s$, en este caso el intervalo de tiempo será muy pequeño $\Delta t = 0,002$ segundo.

$$V_i = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} \quad V_{(2)} = \frac{3(2,001)^2 - 3(1,999)^2}{2,001 - 1,999} \frac{m}{s}$$

Por lo tanto la rapidez instantánea a los 2 segundos es $V_{(2)} = 12 m/s$

2) Mediante el concepto de límite

En este caso utilizaremos un intervalo de tiempo que tienda a cero ($\Delta t \rightarrow 0$)

$$V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta(x)}{\Delta t} \quad V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta(3t^2)}{\Delta t}$$

$$V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x_f - x_o}{t_f - t_o} \quad \text{con } t_o = t \text{ y } t_f = t_o + \Delta t = t + \Delta t$$

$$\text{Por lo tanto } V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{[3(t + \Delta t)]^2 - 3t^2}{(t + \Delta t) - t} \quad V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{[3(t^2 + 2 t \Delta t + \Delta t^2)]^2 - 3t^2}{(t + \Delta t) - t}$$

$$V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{3t^2 + 6t \Delta t + 3 \Delta t^2 - 3t^2}{(\Delta t)} \quad V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{6t \Delta t + 3 \Delta t^2}{(\Delta t)}$$

$$V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta t}{\Delta t} \right) \frac{6t + 3 \Delta t}{1} \quad V_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} 6t + 3 \Delta t \quad V_2 = 6t \rightarrow V_2 = 12 m/s$$

3) El tercer método, es mediante la derivada corresponderá a la pendiente de la recta tangente en el gráfico $x(t) = f(t)$, en este caso obtenemos la función rapidez y al evaluarla en el tiempo fijado obtenemos la rapidez instantánea.

A continuación se muestran las principales funciones y la regla que permite derivar la función.

Función	Función derivada
$F(x) = k, k \in \mathbb{R}$	$\dot{x} = 0$
$f(x) = x^n$	$\dot{x} = n \cdot x^{n-1}$
$f(x) = \text{sen } x$	$\dot{x} = \text{cos } x$
$f(x) = \text{cos } x$	$\dot{x} = -\text{sen } x$
$f(x) = k \cdot g(x)$	$\dot{x} = k \cdot \dot{g}$

Compruebe que la función derivada de $X(t) = 3t^2$ es; $\dot{x} = 6t$ y al evaluar con $t = 2$ s, se obtiene $\dot{x}_{(2)} = 12 \text{ m/s}$

ii) Velocidad Instantánea (\vec{v})

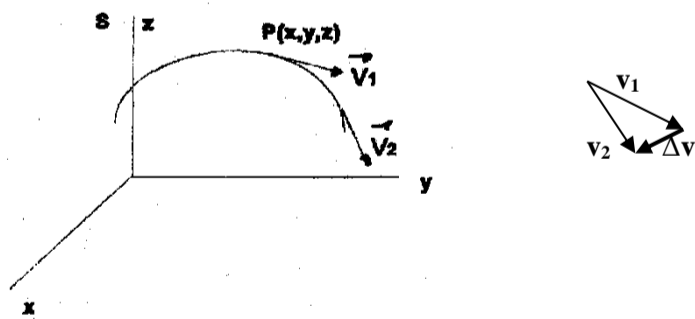
La velocidad instantánea se encuentra sobre la tangente al punto de la trayectoria de la partícula este vector tiene el sentido de movimiento de la partícula, el tamaño de la velocidad instantánea es igual a la rapidez instantánea en ese punto. El sentido y la dirección del movimiento siempre concuerdan con la velocidad instantánea.

La velocidad instantánea se calcula de la siguiente forma:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{v}_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

10. Aceleración media (\vec{a}_m) y aceleración instantánea (\vec{a}):

\vec{v}_1 es la velocidad de la partícula en un tiempo t_1 cuando se encuentra en el punto A de la trayectoria. \vec{v}_2 es la velocidad de la partícula en un tiempo t_2 , cuando la partícula se encuentra en el punto B de la trayectoria. En el intervalo de tiempo Δt la partícula ha experimentado una variación de velocidad, $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$. Si la variación de velocidad se multiplica por $1/\Delta t$, se obtiene la aceleración media, en general la aceleración corresponde a la variación de velocidad en el tiempo y la unidad de medida de este concepto en el S. I. es m/s^2 .



i) Aceleración media (\vec{a}_m):

La aceleración media se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\vec{a}_m \equiv \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

En un gráfico de rapidez en función del tiempo, la aceleración media se obtiene calculando la pendiente a la secante para el intervalo de tiempo en el cual se dibujó la secante.

ii) Aceleración instantánea (\vec{a}_m) :

La aceleración instantánea, es la aceleración de la partícula en un intervalo de tiempo muy pequeño

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Esta aceleración en un gráfico de rapidez en función del tiempo, se obtiene calculando la pendiente a la tangente en el instante dado. Otra forma más simple de obtener la aceleración instantánea es calcular la pendiente a la secante para un intervalo de tiempo muy pequeño, en tal caso esta curva tiene igual pendiente que la tangente, que incluye al punto del instante en el cual se desea calcular la aceleración.

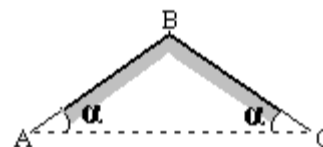
Nota: La aceleración instantánea se obtiene derivando dos veces la función itinerario.

Sea $f(x)$ la función itinerario, si la derivamos se obtiene la v_i y derivando la función velocidad de obtiene la a_i $\vec{a}_i \equiv \ddot{x}$

APLICACIONES

1. La posición de una partícula P con respecto a un sistema de referencia S_0 es (2 4). Si la posición de un segundo sistema S_1 respecto de S_0 es (2,3). Determine la posición de la partícula P con respecto a S_1 .

2. Encontrar la rapidez media (en m/s) de una patinadora que, en el trayecto AB, emplea una rapidez constante de 40 m/s y en el trayecto BC una rapidez constante de 50 m/s, los trayectos AB y BC son iguales.



3. Una partícula se mueve en el plano X-Y, de tal forma que sus coordenadas x e y varían con el tiempo según las siguientes funciones:

$$\mathbf{x(t) = 3t^2 - t} \quad \mathbf{y(t) = t^2 + 2}$$

Donde x e y se miden en metros y t en segundos.

- ¿Cuál es la **posición** de la partícula para los siguientes tiempos $t_1 = 1$ s y para $t_2 = 5$ s?
- Determine el desplazamiento entre los tiempos anteriores.
- ¿Cuál es la velocidad media entre los dos tiempos anteriores?
- Expresa el tamaño o módulo de la velocidad media anterior

4. La siguiente expresión corresponde a la función posición $\vec{r}(t)$ de un móvil en el tiempo. $\vec{r}(t) = (3t + 2) \hat{i}$ (m). De ella es posible afirmar que:

- ¿La trayectoria del móvil concuerda con el eje z de referencia?
- ¿El movimiento de la partícula es sobre el plano x - y ? Explique por qué.
- ¿Cuál es la posición de la partícula cuando inicia su movimiento?
- ¿Cuál es la posición de la partícula para $t = 4$ s?
- ¿Cuál es el valor de la velocidad media para el intervalo siguiente $\Delta t = (2 - 4)$ s

5. Si una partícula cambia de posición desde un punto A hasta un punto B. Indique la condición necesaria y suficiente para que la distancia recorrida por la partícula en su movimiento sea igual al módulo de su desplazamiento

6. Indique la condición de verdad de las siguientes afirmaciones:

- ___ Si un cuerpo se mueve con rapidez constante, entonces su velocidad es constante.
- ___ Si un cuerpo se mueve con velocidad constante, entonces su rapidez es constante.
- ___ Un cuerpo puede moverse con rapidez constante aun cuando su velocidad sea no constante.
- ___ La dirección y sentido del movimiento del cuerpo coincide con la dirección y sentido de la velocidad del cuerpo.

e)_____ La rapidez media de un cuerpo puede ser diferente a cero, aunque su velocidad media sea igual a cero.

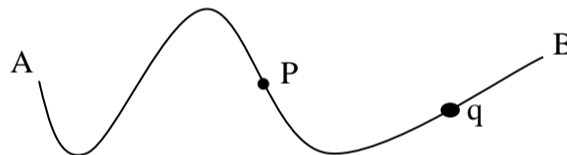
7. Dos partículas **p** y **q** se encuentran ubicadas en el plano cartesiano x - y, tal que la posición de **p** es $\vec{r}_1 = (2;2)\text{m}$ y la de **q** es $\vec{r}_2 = (-6;-4)\text{m}$. **La dos posiciones respecto del mismo sistema de referencia** Entonces :

- ¿Cuál es la distancia de cada partícula al origen del sistema de referencia?
- ¿Cuál es la distancia entre las dos partículas?
- Si la partícula q se mueve en línea recta en dirección de la partícula p ¿Cuánto vale el ángulo que indica la dirección de movimiento de la partícula q?
- Si en su movimiento la partícula q emplea un tiempo de 10 s . exprese la velocidad media en forma polar y en forma analítica
- ¿Es posible afirmar que el movimiento de la partícula q fue un M.R.U.? justifique su respuesta

8. Un cuerpo se mueve por una pista circunferencial de radio R_0 , al fijar un sistema de referencia sobre la pista y expresar la distancia recorrida y el módulo del desplazamiento para un máximo de una vuelta.

- ¿cuál vale el camino recorrido (Δd) ?
- ¿cuánto vale el desplazamiento total $\Delta \vec{r}$ (1 vuelta)?
- Si en dar la vuelta completa el cuerpo emplea un tiempo t. **exprese** la rapidez media total y la velocidad media tota.

9. El diagrama muestra parte de una trayectoria de un móvil, el cual se dirigió de A hasta B .



- dibuje el vector que señala la dirección y sentido de la velocidad del móvil en el punto P
- si el movimiento de la partícula es con rapidez constante ,dibuje la velocidad de la partícula en el punto q
- dibuje el cambio de velocidad de la partícula entre los puntos anteriores (p-q)
- ¿Qué otra magnitud física tiene igual dirección y sentido que $\Delta \vec{v}$?

10.

<p>“Una hormiga se mueve sobre las aristas del rectángulo A,B,Cy D de lados 2L y L respectivamente. Si al moverse de A a B se demora 2t, al moverse de B a C se demora t, al ir de C a D se demora 3t y finalmente de D a A se demora 2t. Considere el vértice A como el origen del sistema de coordenadas y las magnitudes tienen sus unidades en S.I..</p>	
---	--

- ¿Cuánto vale la posición de la hormiga para los punto B y C?
- Si el origen del sistema de referencia se traslada al punto B ¿Cuánto vale la posición de la hormiga para los puntos B y C?
- Exprese la rapidez media de la hormiga cuando va desde el punto A al punto B
- Exprese la velocidad media de la hormiga cuando va desde el punto A al punto B, entrega su respuesta en polar y en analítico.

11.¿qué puede afirmar respecto de la rapidez instantánea y el tamaño de la velocidad instantánea, para el movimiento de un cuerpo?

12. Un objeto tiene una velocidad instantánea $\vec{v}_1 = (-4; 5)$ m/s y 3 s después es $\vec{v}_2 = (8; 11)$ m/s. ¿Cuál fue la aceleración media para el intervalo de tiempo anterior (en m/s^2) que experimentó el objeto?
13. Cuatro cuerpos se mueven por la misma trayectoria la cual concuerda con el eje x de un sistema de referencia, sus funciones de itinerario son las siguientes:
- $X_1 = 5 + 2t$
 - $X_2 = -5 + 4t^2$
 - $X_3 = 4 - 5t$
 - $X_4 = 2t + 4t^2$
- Cuando se inicia el movimiento ¿cuánto vale el vector posición para cada cuerpo?
 - Luego de 3 segundos de iniciado el movimiento ¿Cuál es la posición de cada cuerpo respecto de la referencia?
 - ¿Cuál es la distancia recorrida por cada cuerpo, luego de los 3 primeros segundos de movimiento?
14. Una partícula se mueve en el plano X-Y, de tal forma que sus coordenadas x e y varían con el tiempo según las siguientes funciones: $x(t) = 5t^2 - 3t$ $y(t) = 2t^2 + 2$ Donde x e y se miden en metros y t en segundos.
- ¿Cuál es la posición de la partícula para los siguientes tiempos $t_1 = 1$ s y para $t_2 = 3$ s?
 - Determine el desplazamiento entre los tiempos anteriores.
 - ¿Cuál es la velocidad media entre los dos tiempos anteriores?
 - Expresar el tamaño o módulo de la velocidad media anterior
15. La siguiente expresión corresponde a la función posición $\vec{r}(t)$ de un móvil en el tiempo.
 $\vec{r}(t) = (-3t \hat{i} + 5t^2 \hat{j})$ En unidades S.I.
Determine:
- La posición del móvil en los tiempos $t = 2$ s y $t = 5$ s
 - El desplazamiento entre los puntos anteriores (analítico y polar)
 - Determine la ecuación de trayectoria del móvil
 - La velocidad instantánea a los 2 segundos de movimiento (derivada)
16. El vector posición de un cuerpo es $\vec{r}(t) = (2t) \hat{i} + (6t + 5) \hat{j}$
Determine:
- La ecuación de la trayectoria
 - El vector posición para $t = 5$ s
 - El desplazamiento entre los instantes $t = 1$ s y $t = 4$ s
 - La distancia recorrida luego de 4 segundos de movimiento
 - La velocidad instantánea a los 5 segundos de movimiento
17. El vector de posición de un móvil es $\vec{r}(t) = (4t + 2) \hat{i} + (t^2 - 2t) \hat{j}$ en unidades S.I.
- Calcule la velocidad instantánea del móvil para el tiempo $t = 2$ segundos, por medio de los tres métodos (secante \rightarrow tangente; límite; derivada)
 - Calcule la aceleración del móvil a los 2 segundos
18. La siguiente expresión corresponde a la función posición $\vec{r}(t)$ de un móvil en el tiempo.
 $\vec{r}(t) = (-3t^2 \hat{i} + 5t \hat{j})$ En unidades S.I.
Determine
- La posición del móvil en los tiempos $t = 1$ s y $t = 4$ s
 - El desplazamiento entre los puntos anteriores (analítico y polar)
 - Determine la ecuación de trayectoria del móvil
 - La velocidad instantánea a los 3 segundos de movimiento (límite)
 - La aceleración instantánea a los 3 segundos

