

# CINEMÁTICA

Se denomina “Cinemática, a la parte de la Mecánica, que se encarga de estudiar, el movimiento de los cuerpos, sin considerar las causas que lo producen, ni la masa del cuerpo que se mueve”.

*Partícula.*- Es un cuerpo de dimensiones despreciables con respecto al medio donde se desenvuelve el movimiento.

*Cuerpo Rígido.*- Es un conjunto de partículas cuyos espacios intermoleculares permanecen constantes frente a cualquier interacción exterior.

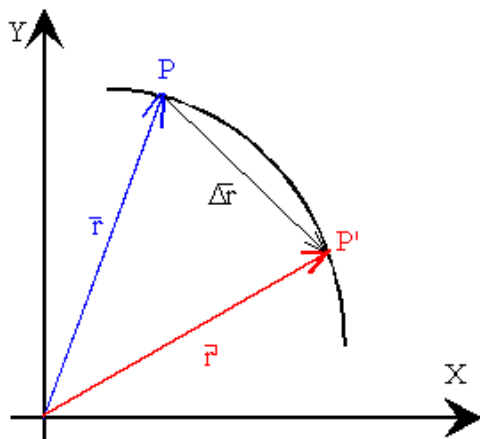
*Intervalo de Tiempo.*-Se define como la duración de un acontecimiento, que se caracteriza por tener principio y fin, y puede ser cuantificado en un instrumento de medida.

$$\Delta t = t_f - t_0$$

*Instante de tiempo.*-Es un intervalo de tiempo tan pequeño que casi coincide el principio con el fin del intervalo.

## Vector de Posición

Si ya sabes cómo se determina la **posición** de un punto, es muy fácil entender qué es un vector de posición.



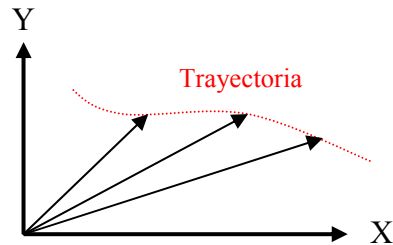
## Vector Desplazamiento = Movimiento

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_0$$

## Trayectoria

Hemos dicho en el apartado anterior que la trayectoria es la línea formada por las sucesivas posiciones por las que pasa un móvil.

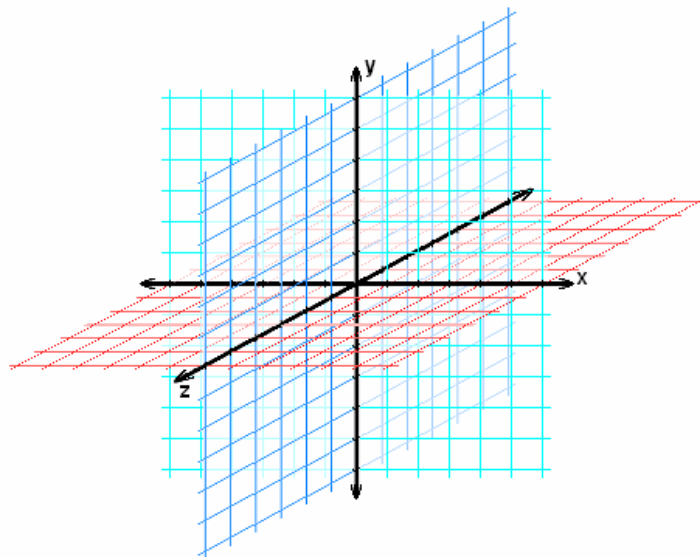
Parece razonable que podamos hacer una primera clasificación de los movimientos utilizando como criterio la forma de su trayectoria:



*Espacio Recorrido.*- Es la longitud de la curva medida sobre la trayectoria.

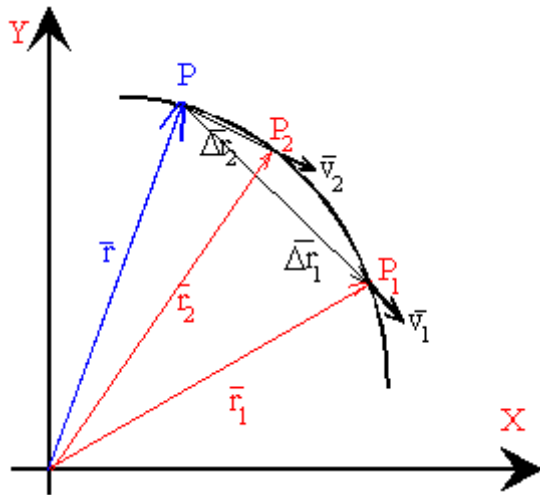
*Vector Desplazamiento.*- Es el cambio del vector posición que experimenta una partícula en su movimiento durante un intervalo de tiempo.

### Sistema de coordenadas



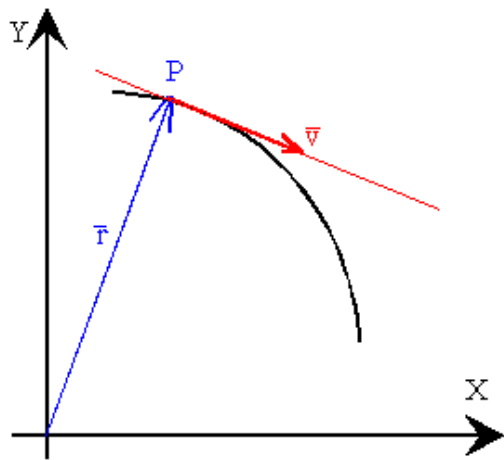
El movimiento de una partícula es el cambio de posición de la misma con respecto a un sistema de referencia y en el transcurso del tiempo. Si no hay cambio de posición se dice que la partícula está en reposo con respecto al sistema de referencia.

**Velocidad media:** Es la relación entre el cambio de la posición de una partícula, (desplazamiento) y el intervalo de tiempo utilizado en realizar dicho cambio



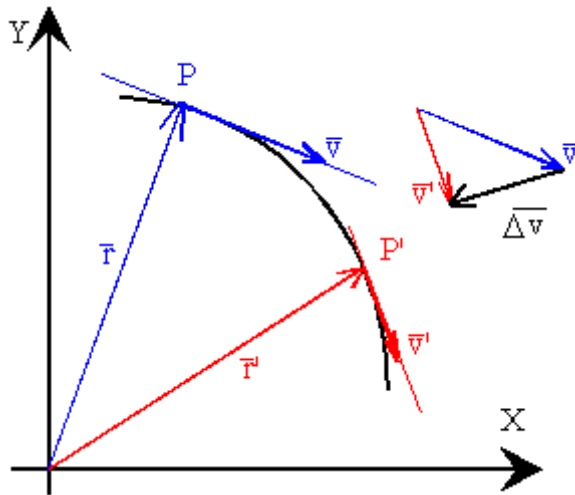
$$V_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_f - \vec{r}_0}{\Delta t}$$

**Velocidad instantánea:** es la que tiene una partícula en un instante dado o en un punto de la trayectoria, es un vector tangente a la misma en el punto de análisis cuando  $\Delta t \rightarrow 0$  está definida como:



$$V_{inst.} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} V_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

**Aceleración media:** Es la relación entre el cambio de la velocidad de la partícula y el intervalo de tiempo empleado en dicho cambio.



$$a_m = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_f - \vec{V}_0}{\Delta t}$$

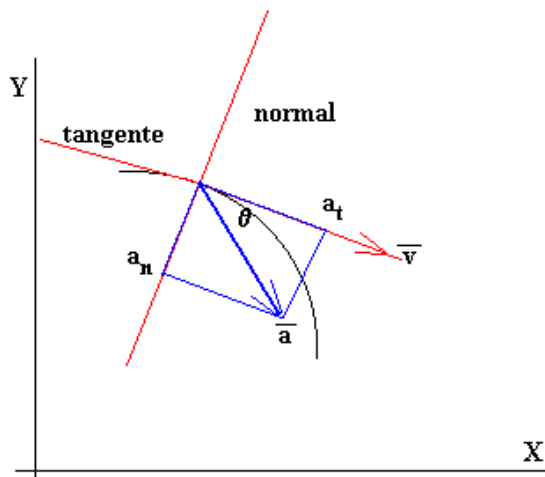
**Aceleración instantánea:** indica como cambia la velocidad en cada instante. Se obtiene considerando que  $\Delta t \rightarrow 0$

$$\vec{a}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

La **aceleración** es una [magnitud vectorial](#) que relaciona los cambios en la velocidad con el tiempo que tardan en producirse. Un móvil está acelerando mientras su velocidad cambia tanto en módulo o rapidez como en dirección.

En Física solemos distinguir ambos tipos de cambios con dos clases de aceleración: **aceleración tangencial** y **aceleración normal**.

La **aceleración tangencial** para relacionar la variación de la rapidez con el tiempo y la **aceleración normal** (o **centrípeta**) para relacionar los cambios de la dirección con el tiempo



$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$$

Normalmente, cuando hablamos de aceleración nos referimos a la aceleración tangencial y olvidamos que un cuerpo también acelera al cambiar su dirección, aunque su rapidez permanezca constante.

En **Cinemática** utilizamos con frecuencia las gráficas para extraer información sobre las características de los movimientos que estudiamos. En **Cinemática** utilizamos con frecuencia las gráficas para extraer información sobre las características de los movimientos que estudiamos.

De la [gráfica posición-tiempo](#) y de la [gráfica velocidad-tiempo](#) podemos extraer una valiosa información sobre las características de un movimiento analizando los valores de la pendiente.

Por ejemplo el valor de la pendiente en una gráfica posición-tiempo es la [velocidad](#) en ese momento y en la gráfica velocidad-tiempo la pendiente equivale a la [aceleración](#) en ese instante.

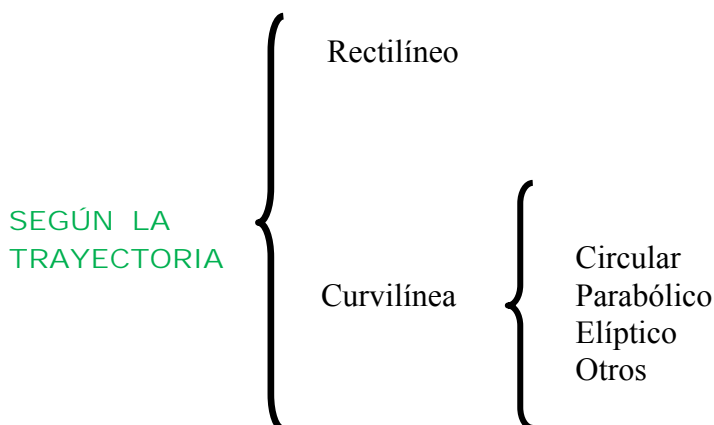
Otra información valiosa que podemos extraer de una gráfica es el punto en que la misma corta al eje vertical. En el caso de las gráficas e-t, este punto representa la posición inicial del cuerpo ya que es la posición que ocupa cuando  $t=0$ . Si se tratara de una gráfica v-t, el punto de corte con el eje vertical representaría la velocidad inicial, es decir la velocidad del cuerpo cuando  $t=0$ .

## CLASIFICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS

El movimiento pone en juego tres magnitudes: espacio, tiempo y velocidad. Conociendo dos de ellas podemos siempre hallar la tercera desconocida.

Debido a que todo movimiento implica la existencia de la trayectoria y la velocidad, la clasificación de los movimientos se hace según la variación de estos factores, en:

1. Según la trayectoria.
2. De acuerdo al vector velocidad.
3. Según el vector variación de la velocidad o aceleración tangencial.



SEGÚN EL  
VECTOR  
VELOCIDAD

1. UNIFORME o constante
2. no uniformes o VARIADOS
3. UNIFORMEMENTE VARIADOS

### MOVIMIENTO RECTILÍNEO:

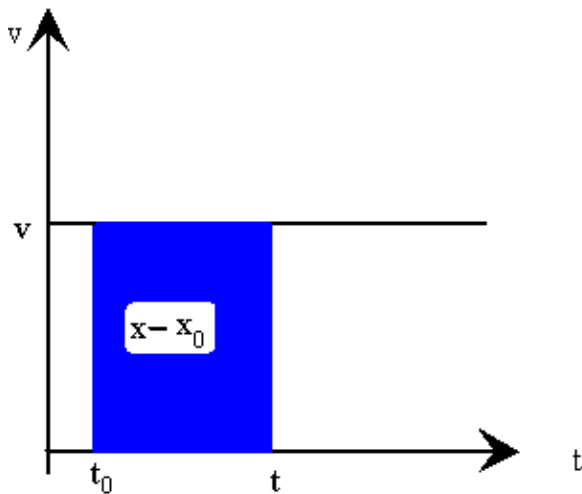
**Movimiento Rectilíneo Uniforme:** Cumple las siguientes características

a) trayectoria rectilínea  $\Rightarrow \vec{u}_v = cte \Rightarrow \vec{a}_N = 0$

b) la magnitud de la velocidad cambia uniformemente  $\Rightarrow \vec{a}_v = 0$

Por lo tanto  $\vec{v} = cte, \vec{a} = 0$

$$\vec{V}_m = \vec{V}_{inst} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = cons \text{ tan } te$$



### Relatividad General (Relatividad Galileana)

Según Galileo todos los observadores **registran el mismo tiempo** (tiempo absoluto)

Transformación de la posición

$$\vec{r}_{E/O} = \vec{r}_{O'/O} + \vec{r}_{E/O'}$$

Transformación de la velocidad

$$\vec{V}_{F/O} = \vec{V}_{O'/O} + \vec{V}_{F/O'}$$

Ley de la suma de las velocidades

$$\vec{V}_{\text{dentro del fluido}} = \vec{V}_{\text{sin fluido}} + \vec{V}_{\text{fluido}}$$

**Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado:** Cumple las siguientes características:

a) trayectoria rectilínea  $\Rightarrow \vec{u}_v = cte \Rightarrow \vec{a}_N = 0$

b) la magnitud de la velocidad cambia uniformemente  $\Rightarrow \vec{a}_v = cte \neq 0$

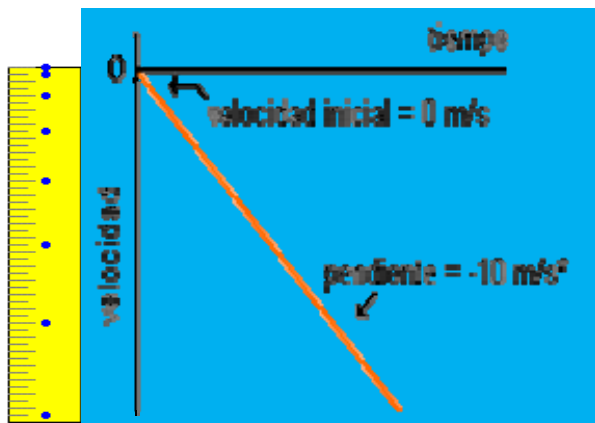
Por lo tanto  $\vec{v} \neq cte$ ,  $\vec{a} = cte$

$$\vec{r}_f = \vec{r}_o + \vec{v}_o \times \Delta t + \frac{1}{2} \vec{a} \times \Delta t^2$$

$$\vec{v}_f = \vec{v}_o + \vec{a} \times \Delta t$$

**Caída libre:** Es un movimiento vertical(a lo largo del eje y) que describe un cuerpo, cuando está sometido exclusivamente a la aceleración de la gravedad. Se utilizan las mismas ecuaciones que se utiliza para movimientos de aceleración constante.

En el gráfico y en la tabla se puede ver la posición de un cuerpo en caída libre a intervalos regulares de 1 segundo. Para realizar los cálculos se ha utilizado el valor  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



Observa que la distancia recorrida en cada intervalo es cada vez mayor y eso es un signo inequívoco de que la velocidad va aumentando hacia abajo.

tiempo (s)	0	1	2	3	4	5	6	7
posición (m)	0	-5	-20	-45	-80	-125	-180	-245

$$\Delta \vec{Y} = \vec{V}_{oy} \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot \vec{g} \cdot \Delta t^2$$

$$\vec{V}_{fy} = \vec{V}_{oy} + \vec{g} \cdot \Delta t$$

$$V_{fy}^2 = V_{oy}^2 \pm 2[g][\Delta y]$$

### Movimiento parabólico o de proyectiles:

Es curvilíneo plano, con trayectoria parabólica y aceleración total constante. En el movimiento parabólico la velocidad inicial no puede ser nula y su dirección generalmente debe ser diferente a la de la aceleración.

*Lanzamiento de proyectiles.*- llamamos proyectil a un objeto que describe un vuelo después de haber sido lanzado. Si este objeto tiene una densidad de masa suficientemente grande ( tal como la de una pelota de béisbol), los experimentos muestran que, a menudo, podemos despreciar la resistencia del aire, y suponer que la aceleración del objeto es debida solo a la gravedad.

Este movimiento se caracteriza por formar una trayectoria parabólica en el plano horizontal, debido a la influencia de la aceleración de la gravedad “g”, el análisis para este tipo de movimiento se realiza en función del vector velocidad:

*El tiempo de subida.*- Cuando el proyectil llega al punto de máxima altura, su componente de velocidad en el eje Y es nula por lo tanto se tiene.



$$t_s = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

De esto se concluye que  $t_v = 2t_s$ ; o que el tiempo que el proyectil demora en subir es igual al que demora en bajar con relación a un mismo nivel horizontal.

La altura máxima.- Será el valor de la componente de la posición en Y, en el instante en que el tiempo es definido como tiempo de subida:

$$h_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

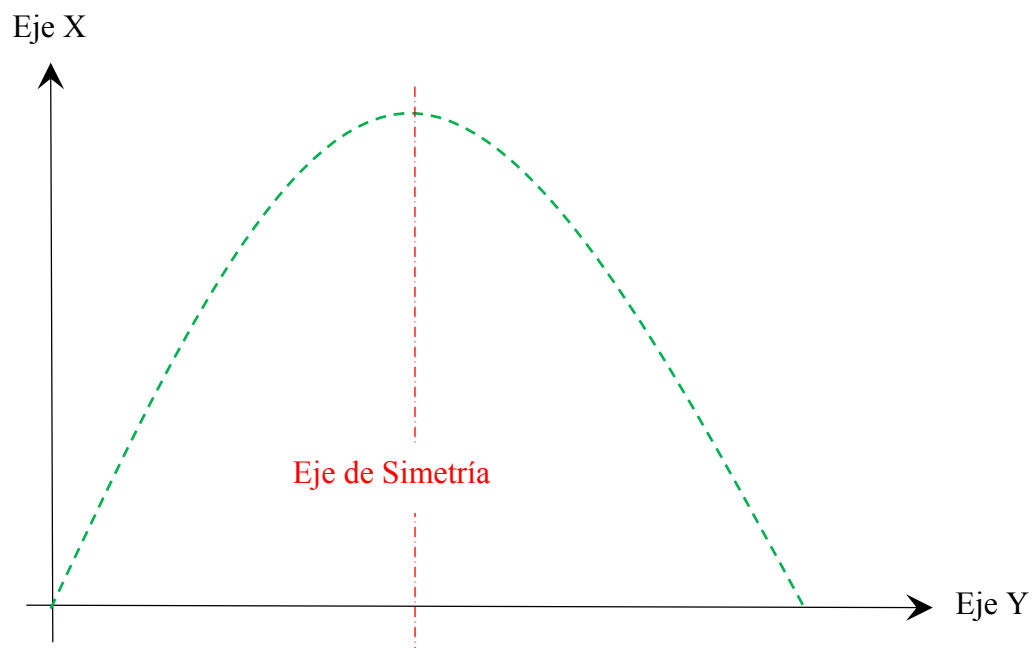
Alcance máximo.- Se define como la distancia máxima que alcanza el proyectil, medida sobre la horizontal del punto desde el cual se ha efectuado el disparo.

$$R_{\max} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Se cumple las siguientes condiciones:

- Que la partícula se mueva en una región donde el vector aceleración sea constante
- Que la partícula tenga una velocidad inicial diferente de cero y que no forme ni  $0^\circ$  ni  $180^\circ$  con la aceleración antes mencionada.

Se puede considerar como la composición de un MRU en el eje X + un MRUV en el eje Y (con aceleración de la gravedad) = Movimiento Parabólico.



### Eje X MRU

$$\vec{V}_x = \frac{\Delta \vec{X}}{\Delta t}$$

### Eje Y MRUV

$$\Delta \vec{Y} = \vec{V}_{oy} \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot \vec{g} \cdot \Delta t^2$$

$$\vec{V}_{fy} = \vec{V}_{oy} + \vec{g} \cdot \Delta t$$

$$V_{fy}^2 = V_{oy}^2 \pm 2[g][\Delta y]$$

**MOVIMIENTO CIRCULAR.** Cuando un cuerpo gira en un plano alrededor de un punto o un eje perpendicular al dicho plano manteniendo una misma distancia, el extremo de su vector posición en el transcurso del tiempo, describe una trayectoria circular.

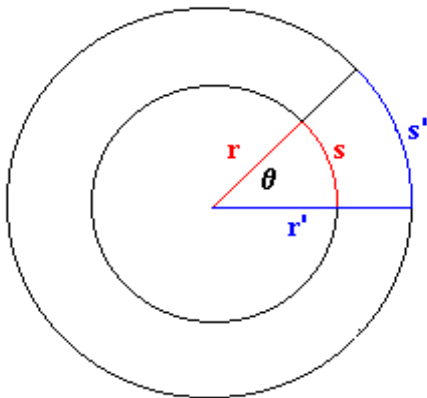
**Vector Posición Angular  $\vec{\theta}$  :**(del vector posición de la partícula  $\vec{r}$  )

Es el vector cuyo módulo mide el ángulo formado por los vectores posición de la partícula en 2 instantes dados, y su dirección perpendicular al plano de rotación de acuerdo con la regla de la mano derecha.

**Vector Desplazamiento Angular  $\Delta \vec{\theta}_r$  :**

O vector ángulo girado por  $\vec{r}$  en el tiempo,

$$\Delta \vec{\theta} = \vec{\theta}_f - \vec{\theta}_0$$



**Velocidad Angular:**

Es la relación del cambio de posición angular de  $\vec{r}$  en el tiempo

$$\vec{\omega} = \frac{\Delta \vec{\theta}}{\Delta t} = \frac{\vec{\theta}_f - \vec{\theta}_0}{\Delta t}$$

**Aceleración Angular:**

Es la relación del cambio de la velocidad angular en el tiempo.

$$\vec{\alpha} = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} = \frac{\vec{\omega}_f - \vec{\omega}_0}{\Delta t}$$

$$\vec{V} = \vec{\omega} \times \vec{R}$$

Es la relación vectorial entre la velocidad de traslación de la partícula y la velocidad angular del vector posición de la misma.

**MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU).** Si en un movimiento circular la partícula recorre iguales longitudes de arco en iguales intervalos de tiempo, se dice que el movimiento circular es uniforme. En otras palabras podríamos decir si en un movimiento circular la partícula se mueve con rapidez constante, se dice un MCU.

Es decir  $\vec{\alpha} = \vec{0}$

$$\vec{\omega} = \frac{\Delta \vec{\theta}}{\Delta t} = \frac{\vec{\theta}_f - \vec{\theta}_0}{\Delta t} = \text{constante}$$

**MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE VARIADO (MCUV):** Es el movimiento circular de una partícula cuya rapidez aumenta o disminuye linealmente en el transcurso del tiempo.  $\vec{\alpha} = \text{const} \tan te$

$$\vec{\omega} = \frac{\Delta \vec{\theta}}{\Delta t} = \frac{\vec{\theta}_f - \vec{\theta}_0}{\Delta t}$$

$$\vec{\alpha} = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} = \frac{\vec{\omega}_f - \vec{\omega}_0}{\Delta t}$$

$$\vec{a}_T = \vec{\alpha} \times \vec{r}$$

$$\vec{a}_N = \frac{V^2}{R} \vec{\mu}_N = \omega^2 R \vec{\mu}_N$$

$$\vec{V} = \vec{\omega} \times \vec{R}$$

