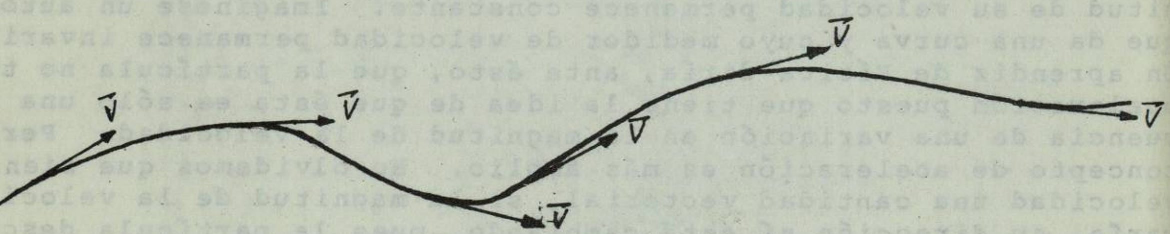
M O V I M I E N T O   C I R C U L A R

FUERZA CENTRIPETA Y ACELERACION CENTRIPETA

2.3.- VECTOR VELOCIDAD Y VECTOR ACELERACION.-

Como lo hemos mencionado nuestro estudio de la Cinemática se ha tringido casi exclusivamente a los movimientos rectilíneos. En tos movimientos, la velocidad y la aceleración se trataron como tidades escalares y casi nunca hicimos mención a sus direccione sentidos. En otras palabras, nos hemos ocupado sólo de sus mag des. Sin embargo, al estudiar los movimientos curvilíneos no po mos dejar de mencionar que la velocidad y la aceleración son ca dades vectoriales debido a esto, las manejaremos como tales.

Supongamos que una partícula describa una trayectoria curvilínea



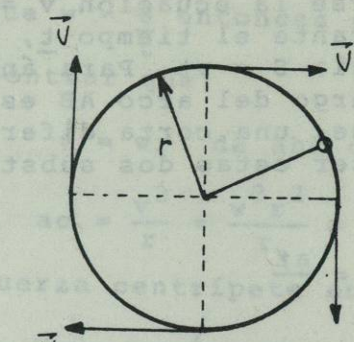
Es posible calcular la velocidad instántanea de la partícula.

Para definir la velocidad como vector $\bar{v}$, es preciso indicar, ad más de la magnitud, su dirección y su sentido. La dirección de es tangente a la trayectoria en cada punto de ésta y su sentido e aquel en el que la partícula se está moviendo.

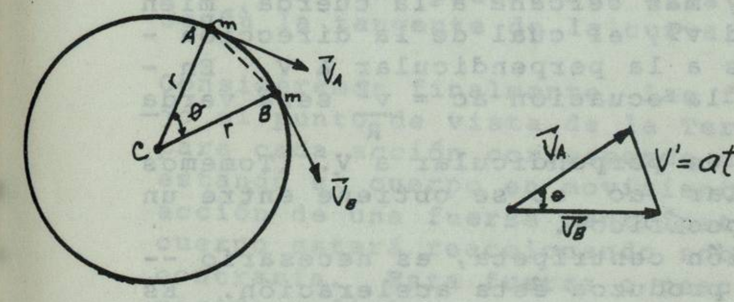
Por lo tanto, conociendo el vector $\bar{v}$ en un instante dado, se co ce el valor de la velocidad instántanea, la dirección instántane movimiento (tangente a la trayectoria) y el sentido del movimie en ese instante. En la figura el vector $\bar{v}$ fue trazado en va puntos de la trayectoria.

Estudiemos ahora la aceleración de la partícula:

Cuando una partícula describe una trayectoria circular, como la piedra que gira amarrada en el extremo de una cuerda, se dice que está en movimiento circular.
Si además de esto, la magnitud de la velocidad de la partícula permanece constante, el movimiento es circular uniforme.



Veamos ahora como podemos deducir una expresión para la aceleración centrípeta. Primeramente analizaremos la velocidad en 2 puntos diferentes de la trayectoria circular uniforme de una partícula.



NOTA: El cambio de velocidad v' tiene esa posición, puesto que la velocidad en A, $\bar{V}_A$ sumada vectorialmente a dicho cambio tiene como resultante $\bar{V}_B$.

La velocidad instantánea se muestra en los puntos, A y B en el esquema (a) de la figura anterior.
La velocidad, como está indicada por los vectores $\bar{v}$, se ve que cambia de dirección, pero no de magnitud. El esquema (b) es un diagrama de velocidades que muestra a v^g como el cambio en la velocidad que tiene lugar al ir de A hasta B. Puesto que este triángulo de velocidades es semejante al triángulo ABC en el esquema (a), los

lados correspondientes son proporcionales uno al otro y se puede escribir lo siguiente:

$$\frac{s}{r} = \frac{v^g}{v}$$

Puesto que la velocidad v es variable (en dirección) y se debe a una aceleración, puede usarse la ecuación v = at, es decir, v - es reemplazada por at. Durante el tiempo t, el cuerpo se mueve desde A hasta B una distancia S = vt. Para ángulos pequeños θ, - la distancia medida a lo largo del arco AB es, aproximadamente, igual a la cuerda S, así que, una corta diferencia, S puede ser reemplazada por vt. Al hacer estas dos substituciones en la - - ecuación anterior tenemos:

$$\frac{v\cancel{t}}{r} = \frac{a\cancel{t}}{v}$$

Suprimiendo a t en ambos miembros y despejando "a" queda y trasponiendo a v, obtenemos la relación.

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Luego, la aceleración centrípeta está dada por v^2/r.

$$Ac = \frac{v^2}{r}$$

Cuando el ángulo θ en la figura se hace más y más pequeño, la -- distancia s del arco se hace más y más cercana a la cuerda, mientras que el cambio en la velocidad v^g, el cual de la dirección - de la aceleración a, se acerca más a la perpendicular A V. En - el límite, cuando θ llega a cero, la ecuación ac = $\frac{v^2}{R}$ será verdaderamente exacta y la aceleración es perpendicular a V. (Tomemos en cuenta que la aceleración angular ac no se obtiene entre un par de puntos sino en un punto específico).
Para que un cuerpo tenga aceleración centrípeta, es necesario -- que actúe sobre él una fuerza que produzca ésta aceleración. Esta fuerza, responsable de la aceleración centrípeta del cuerpo, se denomina fuerza centrípeta (Fc) y está dirigida hacia el eje de rotación, esto lo podemos visualizar con el ejemplo de la piedra amarrada a la cuerda en el cual dicha cuerda es por la que - se trasmite la fuerza jalando la piedra hacia el centro como -- F = ma entonces:

$$Fc - ma_c \quad ó \quad Fc = m\frac{v^2}{r}$$

Si queremos expresar la aceleración centrípeta en función de cantidades angulares, tendremos que encontrar la relación entre v que se le llama velocidad tangencial y la velocidad angular w. Sabemos que:

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

$$\theta = \frac{d}{r} \quad \text{o sea ángulo en radianes} = \frac{\text{radianes del arco}}{\text{radio}}$$

Si despejamos la distancia de la 2a. ecuación queda:

$$d = \theta\, r$$

y lo substituimos en la primera queda:

$$v = \frac{\theta r}{t} = \frac{\theta}{t}\, r$$

También sabemos que $w = \frac{\theta}{t}$ entonces cambiemos $\frac{\theta}{t}$ por w en la ecuación anterior para encontrar que:

$$v = wr \quad \text{de ahí que:}$$

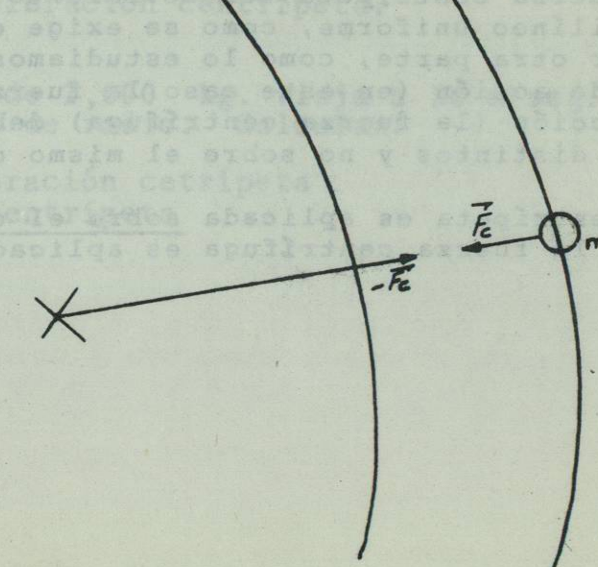
$$ac = \frac{v^2}{r} = \frac{w^2 r^2}{r} = w^2 r$$

Por lo tanto la fuerza centrípeta en cantidades angulares es:

$$Fc = mrw^2$$

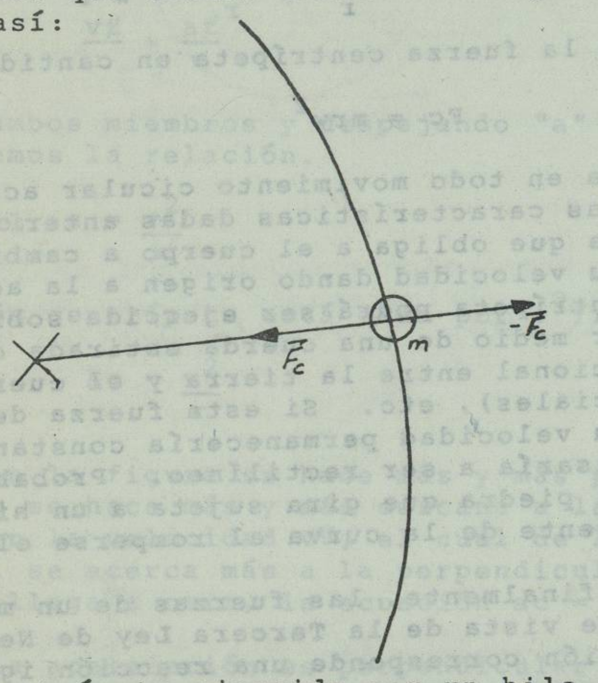
De esta forma en todo movimiento cicular actúa sobre el cuerpo una fuerza con las características dadas anteriormente. Es esta fuerza centrípeta la que obliga a el cuerpo a cambiar continuamente la dirección de su velocidad dando origen a la aceleración centrípeta. La fuerza centrípeta podrá ser ejercida sobre el cuerpo como lo hemos dicho por medio de una cuerda estirada o a través de la atracción gravitacional entre la tierra y el cuerpo (en el caso de satélites artificiales), etc. Si esta fuerza dejase de actuar sobre - el cuerpo, su velocidad permanecería constante en dirección y el - movimiento pasaría a ser rectilíneo. Probablemente ya notaste esto cuando una piedra que gira sujeta a un hilo, se sigue moviendo según la tangente de la curva al romperse el hilo.

Consideremos finalmente, las fuerzas de un movimiento circular bajo el punto de vista de la Tercera Ley de Newton. Como recordarás para cada acción corresponde una reacción igual y contraria. Así, estando el cuerpo en movimiento circular uniforme sujeto a la - - acción de una fuerza centrípeta, producida por algún agente, este cuerpo estará reaccionando sobre el agente con una fuerza igual y contraria. Esta fuerza o reacción a la fuerza centrípeta está dirigida radialmente hacia afuera del círculo, y se denomina fuerza centrífuga.



Sobre el cuerpo de masa m actúa la fuerza centrípeta Fc. El cuerpo -reacciona sobre el hilo manteniéndolo estirado con una fuerza ---Fc denominada fuerza centrífuga.
En la figura, se muestra un cuerpo girando sujeto por un hilo. -La fuerza centrípeta Fc, actúa sobre el cuerpo y es ejercida por el hilo. El cuerpo actúa entonces, tirando el hilo con fuerza --Fc. Esta sería la fuerza centrífuga, en este caso. Observa que es esta fuerza la responsable de que el hilo permanezca estirado (en la figura, el cuerpo y el hilo fueron dibujados separadamente para mayor claridad).

La fuerza centrífuga es un concepto ampliamente empleado, en general en forma errónea. Probablemente encontraremos personas que al indicar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en movimiento circular, lo hacen así:



Colocan la fuerza centrípeta ejercida por un hilo por ejemplo, -como si actuara en el cuerpo, y también sobre el cuerpo una fuerza centrífuga dirigida hacia afuera, que según estas personas --equilibraría la fuerza centrípeta. Evidentemente esta fuerza --centrífuga que actúa sobre el cuerpo, no existe. Si estuviese -allí anulando la fuerza centrípeta, el movimiento no podría ser circular sino rectilíneo uniforme, como se exige en la Primera -Ley de Newton. Por otra parte, como lo estudiamos en el capítulo uno, la fuerza de acción (en este caso la fuerza centrípeta) y la fuerza de reacción (la fuerza centrífuga) deben estar aplicada sobre cuerpos distintos y no sobre el mismo cuerpo.

O sea, la fuerza centrípeta es aplicada sobre el cuerpo por el -hilo, mientras que la fuerza centrífuga es aplicado sobre el hilo por el cuerpo.

CAPITULO NO. 2

" EJERCICIOS Y AUTOEVALUACION "

1.- Convertir 800 rev. a :
   a) grados
   b) radianes

2.- Convertir 1500 radianes a :
   a) revoluciones
   b) grados

3.- Convertir 1200 rpm a rad/seg.

4.- Una rueda permanece girando 16 segundos, desplazándose así 1800 rev. Encontrar la velocidad promedio en:
   a) r.p.m.
   b) rad/seg

5.- Calcular el desplazamiento angular en rad/seg. durante 10 minutos de una rueda que mantiene una velocidad angular de - - 270 rad/seg.

6.- Un automóvil parte desde el reposo y 15 segundos más tarde alcanza una velocidad de 40 m/seg. Si el radio de sus llantas es de 35 cm. Encontrar:
   a) desplazamiento angular en rev.
   b) velocidad angular promedio en rad/seg.
   c) aceleración angular en rad./seg.²

7.- Una bola atada a la punta de una cuerda de 1 m. de largo está girando en una circunferencia, con un ritmo de 3 rev/seg. Calcular la aceleración centrípeta.

8.- Un vehículo de 2,000 kg. viaja a 30 m/seg. en torno a una curva de 400 m. de radio. Calcular:
   a) la aceleración cetrípeta
   b) fuerza centrípeta

9.- Una masa de 500 g. está atada al extremo de una cuerda y gira en una circunferencia de 1.2 m. de radio con una rápidez de - 3 m/seg. Calcular:

a) la aceleración centrípeta
b) fuerza centrípeta

10.- A una bola de 100 g. atada al extremo de un hilo se le hace girar en un círculo con plano vertical de 18 cm. de diámetro. ¿Cuál será la tensión de la bola en la posición más elevada de su trayectoria si la velocidad angular en ese punto es de - - 200 rad/seg.

CAPITULO III

E S T A T I C A

(1a. y 2a. CONDICION DE EQUILIBRIO)

3.0. INTRODUCCION:

En este capítulo nos toca estudiar aquella parte de la mecánica que se encarga del estudio de todos los cuerpos que se en-- cuentran en equilibrio, y que recibe el nombre de Estática.

Aqui podemos decir que un cuerpo se encuentra en equilibrio si la suma de todas las fuerzas que actuan sobre el, es cero y, aparte, que este cuerpo no gire, así podemos concluir que existen dos - condiciones para que un cuerpo esté en equilibrio.

La Primera condición de equilibrio consiste en que "La suma de todas las fuerzas que actuan en un cuerpo sea cero, ésto es, que la fuerza resultante de dichas fuerzas sea cero".

$\Sigma F = 0$ 1a. Condición de Equilibrio

La segunda condición de equilibrio consiste en que el cuerpo no gire, ahora bien, en Física, el giro de un cuerpo es conocido como <u>momento</u> y se representa por la letra griega τ (TAO). Dicho momento es el resultado de la aplicación de una fuerza si esta hace rotar al cuerpo, por lo tanto, podemos concluir que la segunda condición de equilibrio consiste en que "La suma de to-- dos los momentos que actuan sobre un cuerpo sean cero".

$\Sigma \tau = 0$ 2a. Condición de Equilibrio

A continuación, detallaremos detenidamente cada una de di-- chas condiciones de equilibrio.

3.1. Primera Condición de Equilibrio:

Comúnmente nosotros decimos que un cuerpo está estático si este cuerpo no se mueve, ahora si no se mueve quiere decir que su velocidad es constante e igual a cero, por lo tanto, su aceleración también es cero y concluímos que la fuerza que este -- cuerpo posee es cero ya que $F = m.a$ y $a = 0$