UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

COLEGIO CIVIL ESCUELA PREPARATORIA No. 22

FISICA - III

DOSIFICACION DEL CURSO DE FISICA II

PRIMER TERMINO

FEB. SEM. 6 - 10 1.0, 1.1, 1.2, 1.3	FEB. SEM. 13 - 17 1.4, 1.5	FEB. SEM. 20 - 24 1.6, 1.7	FEB. - MAR. SEM. 27 - 2 2.1
MAR. SEM. 5 - 9 2.2	MAR. SEM. 12 - 16 2.3	MAR. SEM. 19 - 23 REPASO	

SEGUNDO TERMINO

ABRIL SEM. 9 - 13 3.0, 3.1	ABR. - MAY. SEM. 30 - 4 3.2	MAYO SEM. 7 - 11 3.2	MAYO SEM. 14 - 18 4.0, 4.1, 4.2
MAYO SEM. 21 - 25 CONT. 4.2	MAY - JUN SEM. 28 - 1 4.3	JUN. SEM. 4 - 8 REPASO	

I N T R O D U C C I O N

En este semestre, continuaremos nuestro estudio de la Física en la preparatoria, contando con la colaboración de tu maestro de clase y - además con el apoyo de este folleto, en donde se incluyen los conocimientos básicos necesarios estipulados para este curso.

Los temas a tratar se han dividido en cuatro capítulos.

En el primer capítulo analizaremos las 3 Leyes del Movimiento de - Newton y sus aplicaciones, así como también, la Ley de la Gravitación Universal.

En el segundo capítulo trata el movimiento de rotación de una partícula y su analogía con el movimiento rectilineo, se introducirán -- nuevos conceptos como radián, aceleración centrípeta, fuerza centrípeta y centrífuga.

Luego en el capítulo tercero se explicará la primera y segunda condición de equilibrio utilizando así la suma vectorial.

Finalmente en el cuarto capítulo aplicaremos lo aprendido de Estática del capítulo anterior, resolviendo problemas en donde se involucran máquinas simples como palancas y poleas.

Entre cada tema se incluyen problemas resueltos con el fin de complementar y aclarar los conocimientos expuestos, además de los ejercicios y autoevaluaciones al final de cada capítulo.

Lo único que falta, es que tú, como alumno, correspondas con estudio y dedicación a los esfuerzos realizados por los maestros.

SEMESTRE FEBRERO-JUNIO
DE 1984

O B J E T I V O G E N E R A L

Al terminar el curso, el alumno será capaz de aplicar las leyes de Newton, Movimiento Circular y las 2 condiciones de equilibrio de los cuerpos en la solución de problemas.

C A P I T U L O I

O B J E T I V O P A R T I C U L A R

Al termino del capítulo el alumno aplicará las leyes de movimiento de Newton de la Gravitación Universal en la solución de problemas.

O B J E T I V O S E S P E C I F I C O S

El alumno:

- Distinguirá los concpetos peso, masa, velocidad, aceleración, línea de acción de una fuerza, e inercia.
- Enunciará la primera Ley de Newton.
- Enunciará la segunda Ley de Newton.
- Definirá los conceptos newton y dina.
- Diferenciará entre peso y masa.
- Enunciará el concepto, cantidad de movimiento.
- Enunciará la tercera Ley de Newton.
- Enunciará la Ley de la Gravitación Universal de Newton.
- Resolverá problemas relacionados con las leyes de Newton.

C A P I T U L O   1

LEYES DE NEWTON

1.0 . En este primer capítulo de Física II vamos a estudiar cuatro de las leyes de Sir Isaac Newton, Físico y Matemático Inglés nacido en 1642 y muerto 85 años después, la grandeza de este hombre, manifestada en valiosas aportaciones a la ciencia queda presente en una frase modestamente pronunciada en su lecho de muerte: "Si ví más alto que los demás fue porque estuve parado en los hombros de un gigante".

Si bien Newton enunció por primera vez de un modo preciso las leyes naturales del movimiento, cabe señalar que la Física, o especificamente, la mecánica no comenzó con Newton. Algunos le habían precedido en estos estudios, siendo el más destacado Galileo Galilei, quién, en sus trabajos de movimiento acelerado, había establecido los fundamentos para la formulación por Newton de sus leyes de movimiento.

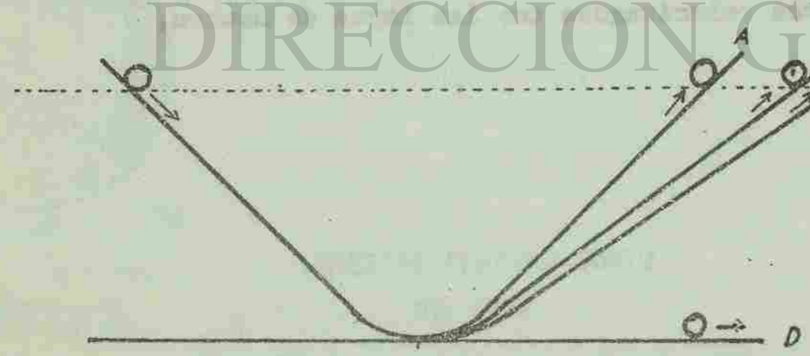
Definiciones:

Peso: Medida de la fuerza con que son atraídos los cuerpos por la gravedad.
Masa: Cantidad de materia contenida en un cuerpo.
Velocidad: Rápidez del cambio de posición.
Aceleración: Rápidez del cambio de velocidad.
Línea de acción de una fuerza: Línea imaginaria en la que se especifica la dirección de una fuerza.
Inercia: Oposición que presentan los cuerpos a cambiar su estado, ya sea de reposo o movimiento.

1.1 . PRIMERA LEY DE NEWTON.

La primera ley de Newton del movimiento establece que: "Un cuerpo en reposo o en movimiento uniforme y rectilíneo permanecerá en reposo o en movimiento uniforme y rectilíneo a menos que se le aplique una fuerza exterior".

Esto fácilmente lo podemos imaginar con un experimento conocido como experimento de inercia de Galileo.



Galileo observó que una bola, rodando cuesta abajo en un plano inclinado, subirá hacia arriba por otro plano hasta aproximadamente la misma altura, sin que influya la inclinación del segundo plano y si al llegar al fondo del plano inclinado se dejara rodar la bola sobre un plano horizontal, nunca podría volver a su altura inicial, pero tendría que seguir rodando. Si esto no sucede así es porque se opone una fuerza llamada fuerza de Fricción".

1.2 . SEGUNDA LEY DE NEWTON.

En el capítulo de vectores, en Física I, ya habíamos tratado al Newton como unidad de fuerza del sistema MKS. Pero .... ¿Qué es el Newton?

Antes, enunciaremos la segunda Ley de Newton: "Cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza constante, en él se produce una aceleración directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo".

Ahora bien, el Newton se define como la fuerza que al aplicarse en forma constante a una masa de 1 Kg le produce una aceleración constante de 1 m/seg^2 (en ausencia de fricción). De ahí que las unidades del Newton en el sistema MKS son:

$$1 \text{ Nt} = 1 \text{ Kg} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

En el sistema CGS la unidad de fuerza es la dina.
Una dina es la fuerza que aplicada en forma constante a una masa de 1 gramo le produce una aceleración constante de 1 cm/seg^2

$$1 \text{ Dina} = 1 \text{ g} \times 1 \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}$$

De ahí que:

$$1 \text{ Nt} = 1 \times 10^5 \text{ dinas}$$

La segunda ley de Newton puede escribirse en forma de ecuación:

$$a = \frac{F}{m}$$

Multiplicando ambos miembros de la ecuación por m obtenemos la llamada "ecuación de fuerzas" la cual es base de muchos principios de mecánica.

$$\text{"}F = ma\text{"}$$

$$\text{Fuerza} = \text{masa} \times \text{aceleración}$$

Ejemplo No. 1.-

Despreciando la fricción, calcular la fuerza necesaria, para acelerar 3.5 m/seg^2, una masa de 8 Kg.

a) En Newton

b) En dinas

Solución:

Datos:

$F = ?$

$a = 3.5\ m/seg^2$

$m = 8\ Kg.$

Substituyendo valores en la ecuación

a) $F = ma$ queda:

$$F = 8\ Kg \times 3.5\ m/seg^2$$

$$F = 28\ Nt$$

b) como $1\ Nt = 1 \times 10^5$ dinas $\left(\frac{1 \times 10^5 \text{ dinas}}{1\ Nt}\right)$

$$28\ \cancel{Nt} \times \left(\frac{1 \times 10^5 \text{ dinas}}{1\ \cancel{Nt}}\right) = 28 \times 10^5 \text{dinas} = 2.8 \times 10^6$$

$$F = 2.8 \times 10^6 \text{ dinas}$$

1.3 . DIFERENCIA ENTRE PESO Y MASA.

Cuando se deja que caiga libremente una masa "m", es la fuerza de gravedad constante hacia abajo la que origina su aceleración constante . Si la segunda ley de Newton se aplica a este movimiento, la fuerza F no es otra que el peso, "Fg", del cuerpo y la aceleración "a" es debida a la aceleración de la gravedad "g". Para -- los cuerpos que caen, la ecuación de la fuerza, F = ma se escribe con símbolos diferentes:

$$Fg = mg$$

Peso = masa x aceleración de la gravedad

Importa notar que el peso de un cuerpo viene dado por mg, tanto si cae libremente como si está en reposo (a = 0)
Peso y fuerza tienen ambos magnitud y dirección y, por tanto, son cantidades vectoriales. La masa, por otra parte, es una cantidad escalar puesto que solo tiene magnitud. La diferencia entre peso y masa está ilustrada al imaginarnos un cuerpo dado en el espacio libre, aislado de sus demás cuerpos y de su atracción gravitacional. Allí, el cuerpo en reposo tendría masa, pero no tendría peso

En la ecuación Fg = mg podemos definir "g" como el peso por unidad de masa, de ahí que "Fg" es igual a la masa multiplicada por el peso por unidad de masa.

Ejemplo No. 2.-

Calcular el peso de un cuerpo que tiene una masa de 1 Kg

Solución:

Datos:

$Fg = ?$

$m = 1\ Kg.$

$g = 9.8\ m/seg^2$

$$Fg = mg$$

$$Fg = 1\ Kg \times 9.8\ m/seg^2$$

$$Fg = 9.8\ \frac{Kg\ m}{seg^2}$$

$$Fg = 9.8\ Nt$$

Este resultado demuestra que para levantar una masa de un kilogramo, se requiere de una fuerza hacia arriba de 9.8 Newton y que peso y masa difieren entre sí numericamente, por un coeficiente -- igual a la aceleración debida a la gravedad

1.4 . CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

El concepto de cantidad de movimiento "CM" relaciona la masa y la velocidad de un cuerpo definiéndose como el producto de estos dos valores:

Cantidad de movimiento = masa x velocidad

$$CM = mv$$

De acuerdo con esta definición, todos los cuerpos en movimiento tienen cantidad de movimiento, así por ejemplo una masa pequeña, moviéndose a una elevada velocidad puede tener la misma cantidad de movimiento que una gran masa moviéndose a baja velocidad.

Ejemplo No. 3.-

Una masa de 30 Kg se mueve a una velocidad constante de 8 m/seg.
a) Encontrar su cantidad de movimiento.
b) ¿Con qué velocidad igualará esa cantidad de movimiento una masa de 12 kg?

Solución:

Datos:

a) $m = 30\ Kg$

$v = 8\ m/seg$

$CM = ?$

b) $v = ?$

$m = 12\ kg$

$CM = 240\ Kg\ m/seg$

a) $CM = mv$

$$CM = 30\ Kg \times 8\ m/seg$$

$$CM = 240\ Kg\ m/seg$$

b) Despejando V de CM=mv queda:

$$v = \frac{CM}{m}$$

y como CM = 240 kg m/seg

$$v = \frac{240\ \frac{kg\ m}{seg}}{12\ kg}$$

$$v = 20\ m/seg$$

La segunda Ley de Newton queda mejor establecida en términos de la cantidad de movimiento: "La variación de la cantidad de movimiento de un cuerpo respecto al tiempo, es proporcional a la fuerza aplicada y tiene lugar sobre su línea de acción"
La ecuación con palabras es:

$$\text{Fuerza} = \frac{\text{variación en la cantidad de movimiento}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

$$F = \frac{VCM}{t}$$

La cantidad de movimiento en un punto inicial se puede expresar como el producto de su masa y la velocidad inicial.

$$mVo$$

y para una posición final sería:

$$mV$$

de ahí que la variación de la cantidad de movimiento "VCM" será:

$$VCM = mV - mVo$$

$$VCM = m\ (V-Vo)$$

que sustituida en $F = \frac{VCM}{t}$ resulta

$$F = \frac{m(V-Vo)}{t}$$ (Esta ecuación se puede usar en los problemas en que se involucre velocidad inicial "Vo" y velocidad final "V")

y como la aceleración es: $a = \frac{V - Vo}{t}$ entonces:

$$F = ma$$

Ejemplo No. 4.-

Un automóvil de 2500 Kg se mueve a una velocidad de 10 m/seg ¿Qué fuerza aplicada durante 5 segundos aumentará su velocidad hasta 50 m/seg?

Solución:

Datos:

$m = 2500$ Kg

$Vo = 10$ m/seg

$t = 5$ seg

$V = 50$ m/seg

Para resolver este problema aplicaremos la fórmula:

$$F = \frac{m(V-Vo)}{t}$$

Substituyendo:

$$F = \frac{2500\ Kg\ (50 m/seg - 10 m/seg)}{5\ seg}$$

$$F = 20{,}000\ Kg\ m/seg^2$$

$$F = 20{,}000\ Nt$$

1.5 . IMPULSO.

Si en la ecuación: $F = \frac{m\ (V-Vo)}{t}$

multiplicamos ambos miembros por t obtenemos:

$$Ft = m\ (V-Vo)$$

$$\underline{Ft = mV-mVo}$$

Esta ecuación es llamada ecuación de impulso en la cual Fxt es el impulso y mV-mVo, como lo mencionamos, es la variación de la cantidad de movimiento. Cuando un cuerpo parte del reposo, la velocidad inicial "Vo" es cero convirtiéndose la ecuación del impulso a:

$$Ft = mV$$

Esto significa que como resultado de un impulso "Ft", un cuerpo inicialmente en reposo adquiere una cantidad de movimiento "mV". Contrariamente, un cuerpo moviéndose con una cantidad de movimiento "mV" puede ser llevado al reposo por un impulso "Ft" aplicado en contra de la dirección de su movimiento.

En conclusión el impulso (Ft) esta dado por el producto de la fuerza aplicada durante un tiempo (t) de ahí que sus unidades sean en el sistema MKS:

$$NT\ seg = \frac{Kg\ m}{seg^2}\ seg = \frac{Kg\ m}{seg}$$

que son las mismas unidades de la cantidad de movimiento CM. Análogamente, para el sistema CGS, las unidades del impulso (Ft) como las de la cantidad de movimiento (CM) son:

$$\frac{g\ cm}{seg}$$

* Ejemplo No. 5.-

(Despreciar la fricción)

Durante 12 segundos se aplica una fuerza de 35 Newton, a una masa inicialmente en reposo de 3 Kg.
Calcular:

a) El impulso.- Encontrar también la cantidad de movimiento,
b) A los 12 seg.
c) A los 15 seg.
d) A los 20 segundos, de iniciada la aplicación de la fuerza.

Solución:

Datos:

$t = 12$ seg
$F = 35$ Nt
$m = 3$ Kg

a) Ft = ?
b) $CM_{12\ seg}$
c) $CM_{8\ seg}$
d) CM_{20seg}

a) Calculo del impulso "Ft"

$$Ft = 35\ N \times 12\ seg = 35\ \frac{Kg\ m}{seg^2} \times 12seg$$

$$Ft = 420\ Kg\ m/seg$$

b) Al calcular el impulso "Ft" hemos calculado también la cantidad de movimiento a los 12 segundos, ya - que:

$$Ft = mV = CM$$

y Ft se obtuvo con t = 12 segundos

$$CM_{12seg} = 420\ Kg\ m/seg$$

c) La cantidad de movimiento a los 8 segundos, obviamente es menor a 420 Kg m/seg puesto que estos se producen hasta los 12 segundos.
El impulso "Ft" efectuado en los primeros 8 segundos, que equivale a la cantidad de movimiento en - dicho tiempo, es:

$$Ft = 35\ \frac{Kg\ m}{seg^2} \times 8\ seg = mV = CM$$

$$CM_{8seg} = 280\ Kg\ m/seg$$

d) La cantidad de movimiento, 20 segundos después de iniciada la aplicación de la fuerza, más que usando una fórmula, se resuelve razonando lo que envuelve el concepto de impulso y cantidad de movimiento

La cantidad de movimiento "Ft" (ya que Ft = mV) máxima, que es la - que se produce justo en el instante en que se deja de aplicar la -- fuerza, es precisamente lo anteriormente calculada en el inciso a):

$$CM = Ft = 420Kg\ m\ /seg$$

Después de retirada la fuerza no existirá impulso alguno que cause en los siguientes segundos un aumento en la cantidad de movimiento. De tal forma que pasados los 12 segundos, la cantidad de movimiento de la bola permanecerá constante y equivalente a 420 Kg m/seg.

Si en seguida calculamos la velocidad en t = 12 seg despejando "V" de la fórmula:

$$Ft = mV$$
$$V = \frac{ft}{m}$$

y sustituyendo valores

$$V = \frac{420\ Kg\ m/seg}{3\ Kg}$$

$$V = 140\ m/seg$$

Podremos ahora encontrar la aceleración durante el impulso con la fórmula:

$$a = \frac{V-Vo}{t}$$

Sustituyendo

$$a = \frac{140-0}{12}$$

$$a = 11.67\ m/seg^2$$

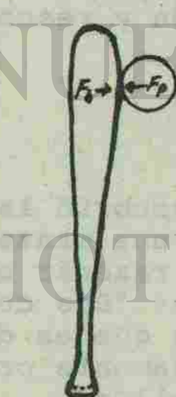
todo esto para finalmente describir lo ocurrido un tanto "idealizado" ya que no se toma en cuentra la fricción.

Al aplicar una fuerza de 35 Nt a una masa de 3 Kg, según la segunda ley de Newton, se produce una aceleración constante de $11.67 m/seg^2$ que se reduce a cero, 12 segundos después, cuando la masa alcanza - una velocidad de 140 m/seg, o sea, cuando se retira la fuerza aplicada, a partir de ese momento la masa se desplazará infinitamente, puesto que no hay fuerza que se oponga, a velocidad constante, (los 140 m/seg) según la primera ley de Newton, llevando así una cantidad de movimiento de 420 Kg m/seg que le suministro el impulso del mismo valor durante esos 12 primeros segundos.

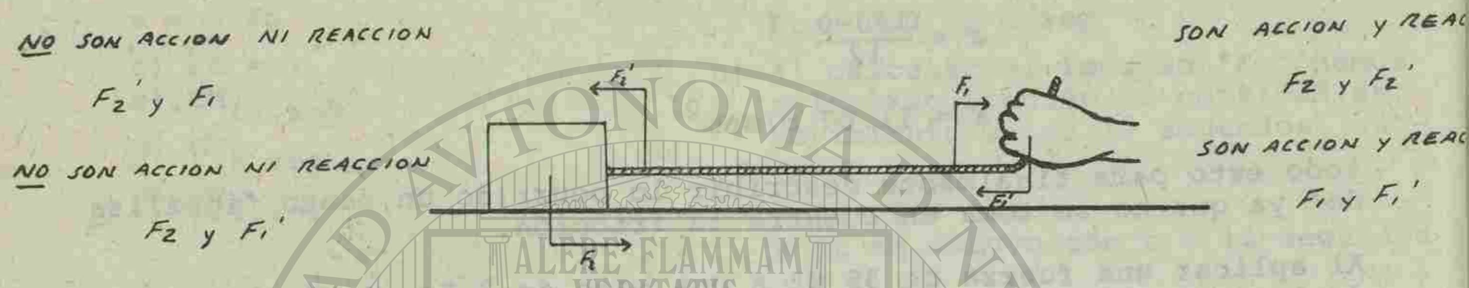
1.6 . TERCERA LEY DE NEWTON

La tercera ley de Newton afirma: "a toda fuerza de acción le co- - rresponde una de reacción igual y opuesta"

De las tres leyes del movimiento de Newton, es esta quizá, la menos comprendida, esto probablemente se deba a que se usa poco para resolver problemas, sin embargo se presenta en nuestra vida cotidiana sin darnos cuenta, por ejemplo ahora, tu en este momento estas ejerciendo una fuerza sobre este folleto, tanto como él la ejerce sobre ti, con la misma magnitud y en sentido contrario (suponiendo que la cargas en tus manos), o bién durante el impacto de un bate con una pelota.



Como un último ejemplo que nos hará comprender mejor esta ley es: supongamos que un hombre tira de uno de los extremos de una cuerda atado a un bloque:



No están representados ni el peso del bloque ni la fuerza ejercida sobre él por la superficie. Imaginemos primero el bloque en reposo. Las parejas de fuerzas de acción y reacción resultantes están indicadas en la figura (Realmente las líneas de acción de todas las fuerzas se encuentran a lo largo de la cuerda. Los vectores fuerza han sido desplazados fuera de sus líneas de acción para representarlos con más claridad). El vector F_1 representa la fuerza ejercida por el hombre, sobre la cuerda. Su reacción es la fuerza F_1 igual y opuesta, ejercida sobre el hombre por la cuerda. El vector F_2.

Representa la fuerza ejercida por la cuerda sobre el bloque. Su reacción es la fuerza igual y opuesta F_2 ejercida sobre la cuerda por el bloque.

Es muy importante comprobar que las fuerzas F_1 y F_2, aunque son de sentido opuesto, tienen la misma magnitud (por estar el bloque en reposo), no constituyen la pareja de acción y reacción por la sencilla razón de que ambas actúan sobre el mismo cuerpo (la cuerda), mientras que una acción y su reacción actúan necesariamente sobre cuerpos diferentes. El hecho de que el bloque se ponga en movimiento, no cambia en nada las parejas de fuerzas de acción y reacción, o sea F_1 y F_1 son acción y reacción, al igual que F_2 y F_2 lo son también del otro lado.

1.7 . LEY DE LA GRAVITACION UNIVERSAL.

Comunmente se cree que Newton descubrió la gravedad cuando estando debajo de un manzano, le cayó una manzana en la cabeza. Lo que Newton descubrió después de razonar este hecho fue la ley de la gravitación universal que dice: "Dos cuerpos cualesquiera se atraen uno al otro con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que existe entre ellos"

Escrito en símbolos algebraicos:

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

donde "F" es la fuerza de atracción ejercida entre un cuerpo y otro m_1 y m_2 es la masa de cada uno de los 2 cuerpos y "d" es la separación entre ellos (alfa "$\propto$" es una letra griega que representa proporcionalidad).

Pudiéndose escribir como ecuación cambiando la letra $\propto$ por el signo de igual y una constante "G" llamada constante newtonina de la gravitación, que según experimentos hechos equivale a:

$$G = 6.673231 \times 10^{-11} \frac{m^3}{Kg\ seg^2}$$

Cuando "F" se mide en newtons, "m_1" y m_2 en "kilogramos" y d en metros.
Si se utiliza en sistemas CGS la constante G es:

$$G = 6.673231 \times 10^{-8} \frac{cm^3}{g\ seg^2}$$

Así:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

Ejemplo No. 6.-

m_1 ——.3m —— m_2

Encontrar la fuerza de atracción mutua entre una masa de 60 Kg y otra de 80 Kg separados .3m

Solución:

Datos:

$F = ?$

$m_1 = 60$ Kg

$m_2 = 80$ Kg

$d = .3$m

Sustituyendo directamente en la ecuación:

$$F = G\,\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

Encontraremos el resultado

$$F = 6.67 \times 10^{-11}\,\frac{m^3}{Kg\;S^2}\left[\frac{60Kg \times 80\ Kg}{.3m^2}\right]$$

$$F = 3.56 \times 10^{-6}\ Kg\ m/seg^2$$

$$F = 3.56 \times 10^{-6}\ Nt$$

O sea:

$$F = .356\ \text{dinas}$$

C A P I T U L O I

Autoevaluación y Ejercicios

1.- Despreciando la fricción, calcular la fuerza necesaria para producirle a una masa de 13kg, una aceleración de 4m/seg^2.
R.= 52new.

2.- Una masa de 15kg descansa sobre un plano horizontal liso (sin fricción) y se hace actuar sobre el una fuerza horizontal. de 30new.
a) ¿Qué acelaración le produce?
b) ¿Qué distancia recorrerá en 10 segundos?

3.- ¿Qué carga debe ser capáz de soportar una cuerda si va ha ser empleada en remolcar un automóvil de 1470kg de manera tal que se acelere a .15m/seg^2?
R.= 220.5new.

4.- Calcular el peso de una masa de 60kg.
a) En la tierra
b) En un lugar cuya aceleración de la gravedad es 21m/seg^2.

5.- Calcular la fuerza requerida para que una masa de 6.5kg pueda aumentar su velocidad de 12 a 18m/seg en un período de 3 seg.
R.= 13new.

Ejemplo No. 6.-

m_1 —— .3m —— m_2

Encontrar la fuerza de atracción mutua entre una masa de 60 Kg y otra de 80 Kg separados .3m

Solución:

Datos:

$F = ?$

$m_1 = 60$ Kg

$m_2 = 80$ Kg

$d = .3$m

Sustituyendo directamente en la ecuación:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

Encontraremos el resultado

$$F = 6.67 \times 10^{-11} \frac{m^3}{Kg\ S^2} \left[\frac{60Kg \times 80\ Kg}{.3m^2} \right]$$

$$F = 3.56 \times 10^{-6}\ Kg\ m/seg^2$$

$$F = 3.56 \times 10^{-6}\ Nt$$

O sea:

$$F = .356 \text{ dinas}$$

C A P I T U L O I

Autoevaluación y Ejercicios

1.- Despreciando la fricción, calcular la fuerza necesaria para producirle a una masa de 13kg, una aceleración de 4m/seg^2.
R. = 52new.

2.- Una masa de 15kg descansa sobre un plano horizontal liso (sin fricción) y se hace actuar sobre el una fuerza horizontal. de 30new.
a) ¿Qué acelaración le produce?
b) ¿Qué distancia recorrerá en 10 segundos?

3.- ¿Qué carga debe ser capáz de soportar una cuerda si va ha ser empleada en remolcar un automóvil de 1470kg de manera tal que se acelere a .15m/seg^2?
R. = 220.5new.

4.- Calcular el peso de una masa de 60kg.
a) En la tierra
b) En un lugar cuya aceleración de la gravedad es 21m/seg^2.

5.- Calcular la fuerza requerida para que una masa de 6.5kg pueda aumentar su velocidad de 12 a 18m/seg en un período de 3 seg.
R. = 13new.

6.- Un automóvil de 1500kg viajando a una velocidad de 18m/seg choca contra un árbol y se detiene en una distancia de 1.5m ¿Cuál es la fuerza frenadora ejercida por el árbol sobre el auto?

7.- Una masa de 18kg se mueve a una velocidad constante de - - 12m/seg.

a) Encontrar su cantidad de movimiento.

b) Con que velocidad igualará dicha cantidad de movimiento una masa de 7kg.

8.- Un cuerpo de 27kg lleva una velocidad constante de 13m/seg, en el momento en que empieza a acelerarse a 3.7m/seg. Calcular la - cantidad de movimiento después 10 segundos de iniciada su aceleración.

9.- ¿Qué velocidad alcanzará una partícula de 1.5kg, inicialmente - en reposo, luego de que se le aplicó una fuerza de 75newton durante 8 segundos. Calcular también la velocidad después de 12 segundos.

10.- Una pelota de 100 gramos, moviendose a una velocidad de 40m/seg toca tierra y se hunde en ella 8cm. considerando la aceleración constante durante el impacto, encontrar,

a) La fuerza "aplicada"

b) El cambio de cantidad de movimiento

11.- Dos masas de $2x10^5$kg estan colocadas a 2 metros de separación encontrar la fuerza gravitatoria entre ellas.

R.= .667N.

12.- La fuerza gravitatoria entre 2 grandes esferas idénticas es de 1.3N cuando estan separadas 1.8metros. Calcular la masa de -- cada esfera.

NOTA: Los problemas que tienen números nones corresponden a - la Autoevaluación, en la que puedes comprobar tu resultado y los problemas que tienen números par son para - que ejercites tus conocimientos y los compruebes con tu maestro.

C A P I T U L O   I I

O B J E T I V O   P A R T I C U L A R

Al termino del capítulo, el alumno aplicará los conceptos y ecuaciones del movimiento circular en la solución de problemas.

O B J E T I V O S   E S P E C I F I C O S

El alumno:

- Definirá desplazamiento angular, velocidad angular y aceleración angular.
- Enunciará el concepto revolución.
- Mencionará la unidad de medida angular.
- Expresará el desplazamiento angular en grados, revoluciones y radianes.
- Deducirá ecuaciones para el desplazamiento angular, velocidad angular y aceleración angular.
- Utilizará los conceptos anteriores en la resolución de problemas.
- Distinguirá los conceptos de "Fuerza Centrípeta" y "Fuerza Centrífuga".

CAPITULO No. 2

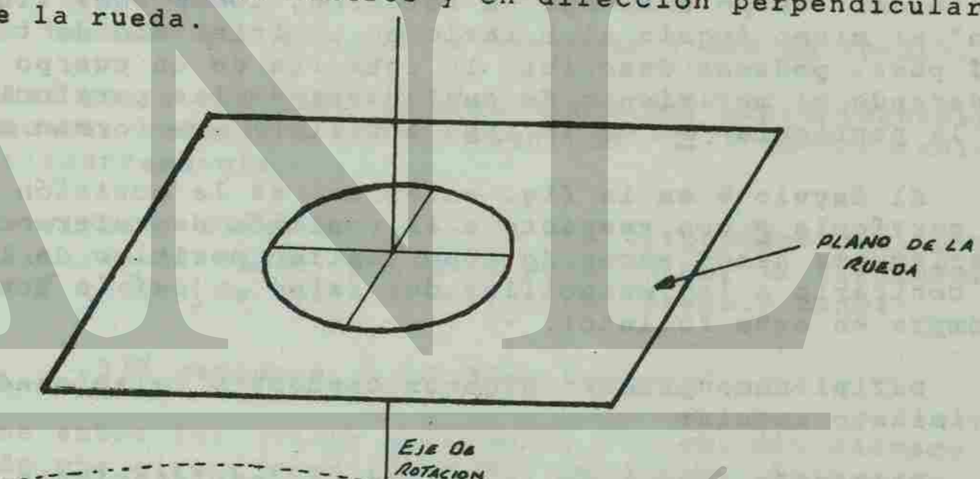
MOVIMIENTO ANGULAR

(CINEMATICA DE LA ROTACION)

En el curso anterior se estudió Cinemática como si tratara los movimientos rectilíneos exclusivamente. Ahora, en el presente capítulo, nos encargaremos de estudiar la Cinemática de la rotación, esto es, el movimiento de un cuerpo que se hace girar en torno a un eje, sin importar las causas que hicieron girar a dicho cuerpo.

2.1. DESPLAZAMIENTO ANGULAR Y VELOCIDAD ANGULAR.

Cuando un cuerpo rígido se pone en rotación, su movimiento, generalmente, se describe con referencia al eje alrededor del cual gira, el "eje de rotación", como se acostumbra llamarse, algunas veces está dentro del cuerpo y en otras ocasiones se encuentra fuera de éste. Por ejemplo, en el caso de la mayoría de las ruedas de maquinaria, los ejes de rotación los representan líneas a través de sus centros y en dirección perpendicular a el plano de la rueda.



Sin embargo, para una piedra que da vueltas, amarrada en el extremo de una cuerda, el eje está en el extremo opuesto de la cuerda, lejos de la misma piedra.

C A P I T U L O   I I

O B J E T I V O   P A R T I C U L A R

Al termino del capítulo, el alumno aplicará los conceptos y ecuaciones del movimiento circular en la solución de problemas.

O B J E T I V O S   E S P E C I F I C O S

El alumno:

- Definirá desplazamiento angular, velocidad angular y aceleración angular.
- Enunciará el concepto revolución.
- Mencionará la unidad de medida angular.
- Expresará el desplazamiento angular en grados, revoluciones y radianes.
- Deducirá ecuaciones para el desplazamiento angular, velocidad angular y aceleración angular.
- Utilizará los conceptos anteriores en la resolución de problemas.
- Distinguirá los conceptos de "Fuerza Centrípeta" y "Fuerza Centrífuga".

CAPITULO No. 2

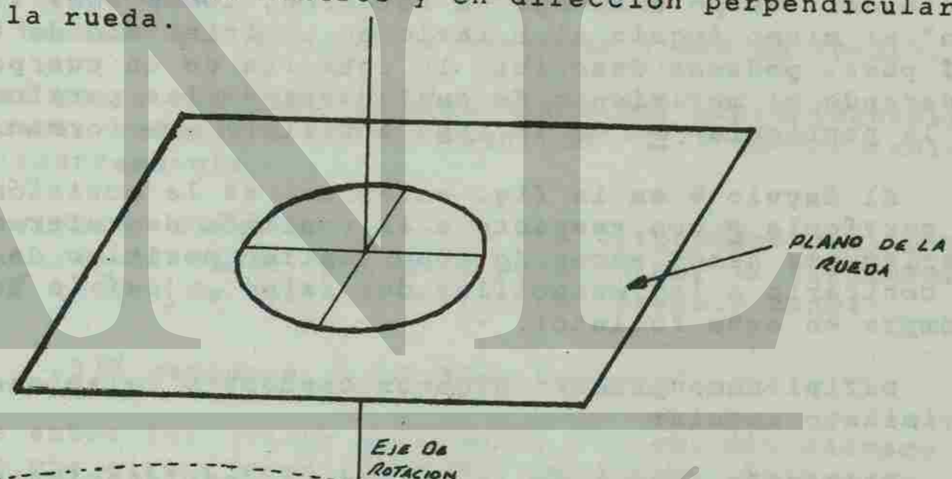
MOVIMIENTO ANGULAR

(CINEMATICA DE LA ROTACION)

En el curso anterior se estudió Cinemática como si tratara los movimientos rectilíneos exclusivamente. Ahora, en el presente capítulo, nos encargaremos de estudiar la Cinemática de la rotación, esto es, el movimiento de un cuerpo que se hace girar en torno a un eje, sin importar las causas que hicieron girar a dicho cuerpo.

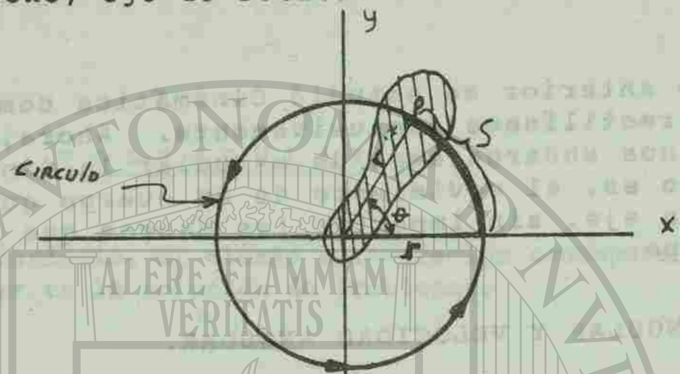
2.1. DESPLAZAMIENTO ANGULAR Y VELOCIDAD ANGULAR.

Cuando un cuerpo rígido se pone en rotación, su movimiento, generalmente, se describe con referencia al eje alrededor del cual gira, el "eje de rotación", como se acostumbra llamarse, algunas veces está dentro del cuerpo y en otras ocasiones se encuentra fuera de éste. Por ejemplo, en el caso de la mayoría de las ruedas de maquinaria, los ejes de rotación los representan líneas a través de sus centros y en dirección perpendicular a el plano de la rueda.



Sin embargo, para una piedra que da vueltas, amarrada en el extremo de una cuerda, el eje está en el extremo opuesto de la cuerda, lejos de la misma piedra.

Un cuerpo rígido describe una rotación pura si todas las partículas del cuerpo se mueven en círculos, y los centros de esos círculos, forman parte de una línea recta que se llama, como lo hemos dicho, eje de rotación.

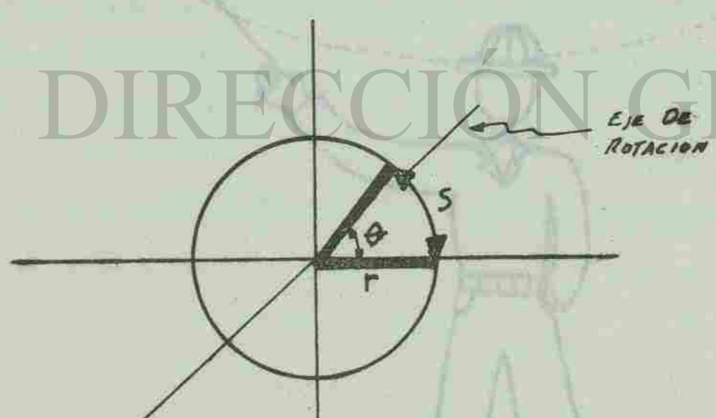


En esta figura el eje de rotación es una línea perpendicular a el plano de la hoja y se encuentra en el origen de nuestro marco de referencia. Si trazamos líneas rectas desde cualquier punto del cuerpo a el eje de rotación, todas esas líneas "barrerán" el mismo ángulo al rotarlo en un intervalo de tiempo dado. Así pues, podemos describir la rotación de un cuerpo rígido considerando el movimiento de cualquiera de las partículas (tal como la partícula <u>P</u> de la fig. anterior) que forman el cuerpo.

El ángulo θ en la fig. anterior, es la posición angular de la partícula <u>P</u> con respecto a la posición de referencia. Arbitrariamente hemos escogido como sentido positivo de la rotación, el contrario a las manecillas del reloj. (así lo tomaremos siempre en este folleto).

Definiremos primero algunos conceptos relacionados con el movimiento angular.

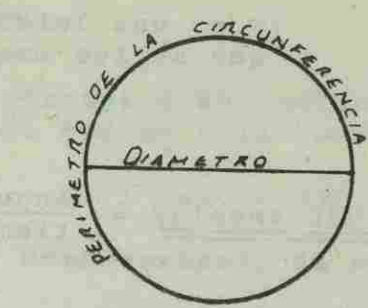
El radián (rad.) es la unidad de desplazamiento en el movimiento angular. Como es el centímetro o el metro en el desplazamiento lineal. Una partícula en rotación ha desplazado un radián cuando ha recorrido una distancia, igual a la distancia de dicha partícula, a su eje de rotación, o gráficamente.



donde "θ" es un radián si la magnitud del arco "s" es igual a la distancia de la partícula a su eje de rotación "r".

Una circunferencia tiene aproximadamente 6.2832 radianes, un radián equivale a unos 57.296° veamos.

Se sabe que "π" es una letra griega que representa el cociente de la magnitud del perímetro de una circunferencia y su diámetro equivale a 3.1416 aproximadamente.



$$\frac{\text{perímetro}}{\text{diámetro}} = \pi = 3.141592654\ldots \quad (3.1416)$$

Sabemos también que dos radios hacen un diámetro (D=2r).

Preguntar ahora cuántos radianes tiene una circunferencia, es como preguntar cuántos arcos de magnitud "r" (cuántos radios) forman una circunferencia.

Si como vimos π diámetros hacen una circunferencia, entonces se necesitarán el doble de radios para formar la circunferencia, o sea, 2π radios, de ahí que una circunferencia tenga:

$$2\pi \text{ radianes} = 6.2832 \text{ radianes}$$

y si queremos saber los grados por radián (°/rad) dividiremos los grados de una circunferencia (360°) entre sus radianes (2π rad).

$$\frac{360°}{2\pi \text{ rad}} = 57.296°$$

otra unidad de desplazamiento angular es la revolución.

<u>Una revolución</u> es un giro completo que efectúa un cuerpo al ponerse en rotación en torno a un eje y que describe un círculo de radio <u>r</u>, de ahí que una revolución equivale a 2π radianes.

La razón de medir los ángulos en radianes es que simplifica todas las fórmulas del movimiento de rotación, como lo veremos más adelante.

Ya que sabemos como medir un desplazamiento angular, veamos ahora como podremos medir la velocidad con que puede girar un -- cuerpo al ponerse en rotación en torno a un eje.

Como lo mencionamos anteriormente, si trazamos líneas rectas desde cualquier punto de un cuerpo que esté en rotación, hasta su eje, estas líneas barrerán el mismo ángulo en un intervalo de tiempo t, entonces si θ está expresado en radianes y el tiempo en seg. podemos encontrar la velocidad angular promedio con - que gira el cuerpo mediante la ecuación:

$$w = \frac{\theta}{t}$$ (w es una letra minúscula griega que se lee omega).

o en palabras:

$$\text{Velocidad angular} = \frac{\text{Angulo girado}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

Así las unidades de la velocidad angular son:

rad/seg; rev/min ó r.p.m. (revoluciones por minutos).

Si comparamos:

$\bar{w} = \frac{\theta}{t}$ con $\bar{v} = \frac{d}{t}$

ecuación de la velocidad promedio angular.	ecuación de la velocidad promedio lineal.

encontramos que:

$\bar{w}$ es análoga a $\bar{v}$

θ es análoga a d

más adelante hallaremos que ambos movimientos están íntimamente - relacionados.

Ejemplo: No. 1 Se hace girar un cuerpo durante 10 seg., teniendo un - desplazamiento angular de 240 rev., calcular:

a) El ángulo girado en radianes.
b) La velocidad angular promedio en rad/seg.
c) La velocidad angular promedio en rev/min (r.p.m.)

Razonamiento:

Se conoce:

θ = 240 rev.

t = 10 seg.

a) Para expresar θ en radianes utilizamos la relación entre el radián y la revolución, entonces:

$$1 \text{ rev.} = 2\pi \text{ rad}$$

expresado como quebrado de equivalencia.

$$\left(\frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}}\right)$$

Por lo tanto:

$$\text{rev} = 240 \text{ rev}\left(\frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}}\right) = 480 \text{ rad}$$

entonces: $\underline{\theta = 480\pi \text{ rad}}$

b) Para expresar la velocidad angular en rad/seg, empleamos la ec.

$$w = \frac{\theta}{t}$$

Sustituyendo los valores:

$$w = \frac{480\pi \text{ rad}}{10 \text{ seg}} = 48\pi \text{ rad/seg}$$

$$\underline{w = 48\pi \text{ rad/seg}}$$

c) Ahora calculemos la velocidad angular en r.p.m. (rev. por minuto) para esto, debemos transformar 10 seg a min. con la siguiente relación de equivalencia.

$$60 \text{ seg} = 1 \text{ min.}$$

expresado como quebrado:

$$\left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{seg}}\right)$$

y multiplicando por 10 seg.:

$$10 \text{ seg}\left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{seg}}\right) = \frac{10}{60} \text{ min} = \frac{1}{6} \text{ min}$$

entonces empleando de nuevo la ec. $w = \frac{\theta}{t}$, tenemos:

θ = 240 rev

$t = \frac{1}{6}$ min

$$w = \frac{240 \text{ rev}}{1/6 \text{ min}}$$

$\underline{w = 1,440 \text{ rev/min}}$ ó $\underline{w = 1,440 \text{ r.p.m.}}$

Ejemplo: No. 2 Una rueda de maquinaria gira con una velocidad angular de 26π rad/seg, calcular su desplazamiento angular en un tiempo de 5 min.

Razonamiento:

Datos

$w = 26\pi$ rad/seg

$t = 5$ min

$\theta = ?$

Para encontrar el desplazamiento empleamos la ecuación:

$$w = \frac{\theta}{t}$$

y despejando θ entonces:

$$\theta = wt$$

Transformando los 5 min. a seg. por medio de la relación el quebrado de equivalencia:

$$60 \text{ seg} = 1 \text{ min}$$

$$\frac{60 \text{ seg}}{1\text{min}}$$

multiplicando por 5 minutos:

$$5 \text{ min}\left(\frac{60\text{seg}}{1\text{min}}\right) = 300 \text{ seg}$$

y sustituyendo:

$$\theta = 26\pi \text{ rad/seg} \times 300 \text{ seg}$$

encontramos el resultado:

$$\underline{\theta = 7,800\pi \text{ rad}}$$

Ahora si queremos transformar θ a revoluciones usaremos el quebrado de equivalencia.

$$\left(\frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}}\right)$$

por el que multiplicaremos los $7,800\pi$ radianes.

por lo tanto:

$$7,800\pi \text{ rad}\left(\frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}}\right) = 3,900 \text{ rev}$$

o sea: $\underline{\theta = 3,900 \text{ rev}}$

2.2. ACELERACION ANGULAR.

La aceleración lineal fue definida en el curso de Física I por la fórmula:

$$a = \frac{v - v_o}{t}$$

Con esta, se mide el ritmo con que el objeto en movimiento iba aumentando o disminuyendo su velocidad.

La cantidad $\frac{v - v_o}{t}$ indica el cambio en la velocidad durante el tiempo

En el caso de objetos en rotación también nos interesa conocer cómo se aumenta o disminuye la velocidad; por tanto, tenemos que estudiar la aceleración angular, es decir, el ritmo de cambio en la velocidad angular.

Definimos la aceleración angular α (alfa) de cualquier objeto girando, por la fórmula :

$$\alpha = \frac{w - w_o}{t}$$

donde:

α = aceleración angular.

w = velocidad angular final.

w_o = velocidad angular incial.

t = tiempo transcurrido.

Las unidades de la aceleración angular serán las de velocidad angular divididas por el tiempo. Así, por ejemplo: si t se mide en seg y w en rad/seg, la aceleración angular vendría expresada en rad/seg^2, que es la unidad más común en que se expresa la aceleración angular.

Si la aceleración angular es uniforme, tenemos, como en el caso del movimiento lineal, que la velocidad angular media viene dada por:

$$\bar{w} = \frac{w_o + w}{2}$$

Como habrás notado, hasta ahora las ecuaciones del movimiento angular son semejantes a las del movimiento lineal, la deducción de otras nuevas nos llevarán al mismo desarrollo de Física I para concluir finalmente que:

$$w^2 = w_o^2 + 2\alpha\theta$$

$$\theta = w_o t + \tfrac{1}{2}\alpha t^2$$

$$\theta = \left(\frac{w_o + w}{2}\right) t$$

En esta parte del capitulo, antes de resolver unos cuantos ejemplos más, vamos a redondear la similitud que existe entre las ecuaciones del movimiento rectilineo con las del movimiento angular colocandolas frente a frente.

$d=\bar{v}t$	$\theta=\bar{W}t$
$v=Vo+at$	$W=Wo+\alpha t$
$\bar{V}=\frac{Vo+V}{2}$	$\bar{W}=\frac{Wo+W}{2}$
$V^2=Vo^2+2ad$	$W^2=Wo^2+2\alpha\theta$
$d=Vot+\frac{at^2}{2}$	$\theta=Wot+\frac{\alpha t^2}{2}$
	$ac=\frac{v^2}{r}$
	$Fc=m\frac{v^2}{r}$

Notaremos que las fórmulas de aceleración y fuerza centripeta son exclusivas del movimiento angular.

La formula $v=wr$

relacióna ambos movimientos

Ejemplo: No. 3 La rueda de cierto automóvil esta girando a una velocida de $10^{rev}/seg$, en el instante en que el auto empieza a disminuir uniformemente su velocidad hasta pararse. Si invi te 30seg en parar, a) ¿Cuántos giros completos da la rued antes de pararse?, b) Si el radio de la rueda es 0.3m, - ¿Qué distancia recorre el auto antes de pararse?.

Razonamiento: a) Datos

$w_o=10\,rev/seg$

$w=0$

$t=30seg$

$\theta=?$

Una de las formas de resolver el problema es: encontrar en rev/seg la velocidad angular promedio ($\bar{w}$) de la rueda en los ultimos 30 segundos de su movimiento con la fórmula.

$$\bar{w}=\frac{wo+w}{2}$$

de ahí con $\theta=\bar{w}t$

Encontramos su dezplazamiento angular(Los giros completos) durante dicho tiempo en rev/seg y finalmente las convertimos a distancia recorrida con la relación del radio de la rueda y su perímetro, veamos

a) $\bar{w}=\frac{wo+w}{2}$

$$\bar{w}=\frac{10rev/seg+0}{2}$$

$\bar{w}=5rev/seg$

b) $\theta=\bar{w}t=5\,rev/seg\times30seg$

$\underline{\theta=150rev}$

b) Cada vez que la rueda da un giro completo, desarrolla su circunferencia (avanza un permimetro) a lo largo de la carretera. Por consi--- guiente, el auto se desplazará 150 circunferencias antes de pararse.

$$d=\underbrace{(150)}_{\text{vueltas dadas por la rueda}}\underbrace{(2\pi r)}_{\text{perimetro de una circunferencia}}$$

$d=(150)(2\pi \times 0.3m)$

$d=(150)(2\times3.1416\times .3)m$

$\underline{d=282.7m}$

Ejemplo: No. 4 Un automóvil de 4900mts, de peso esta tomando una curva en una esquina a una velocidad de 6m/seg, y marcha a lo largo de un arco de circunferencia en la maniobra. Si el radio del arco es 18m. ¿Qué fuerza horizontal debe ser ejercida por el pavimento sobre las ruedas para mantenerlo en la trayectoria circular?.

Razonamiento: La fuerza requerida es la fuerza centrípeta, y la fórmula es $Fc= m\frac{v^2}{r}$, en donde la masa es $m= \frac{w}{g}$

Datos:

$W=4900nt$ $\quad m=\frac{W}{g}=\frac{4900nt}{9.8m/seg^2}=500kg$

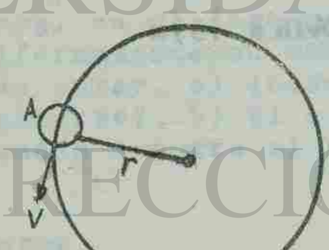
$v=6m/seg$ $\quad F=m\frac{v^2}{r}$

$r=18m$ $\quad F=500kg \times \frac{36m^2/seg^2}{18m}$

$F_c=?$ $\quad F=\frac{500\times36}{18}\ kg.m/seg^2\ \frac{m}{m}$

$\underline{F=1000nts}$

Ejemplo: No. 5 A una bola atada en el extremo de un hilo se le hace girar en un círculo vertical de radio $\underline{r}$ bajo la acción de la gravedad, tal como se muestra en la fig.



¿Cuál será la tensión del hilo cuando la bola está en el punto A de la trayectoria, si la velocidad de la bola en dicho punto es $\underline{v}$?.
(A la solución de este tipo de problema sin numeros, se llama deducción matemática).

Razonamiento: Para que la bola se mueva en un círculo debe haber una fuerza resultante hacia el centro del círculo; ésta debe ser igual a la fuerza centrípeta. Dos fuerzas con la misma dirección y sentido actúan sobre la bola en el punto A, la acción de la cuerda, T, y la acción de la gravedad (o peso del cuerpo). La suma de estas fuerzas es igual a la fuerza centrípeta.

Entonces:

$$Fc= T+W=m\frac{v^2}{r}$$

Por consiguiente, la tensión de la cuerda es:

$$T= \frac{mv^2}{r} - W$$

$$= \frac{mv^2}{r} - mg$$

$$\underline{T= m\left(\frac{v^2}{r} - g\right)}$$

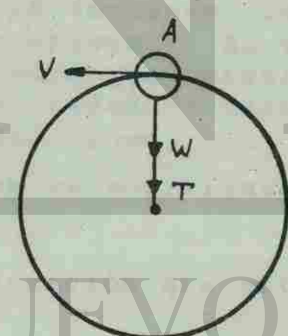
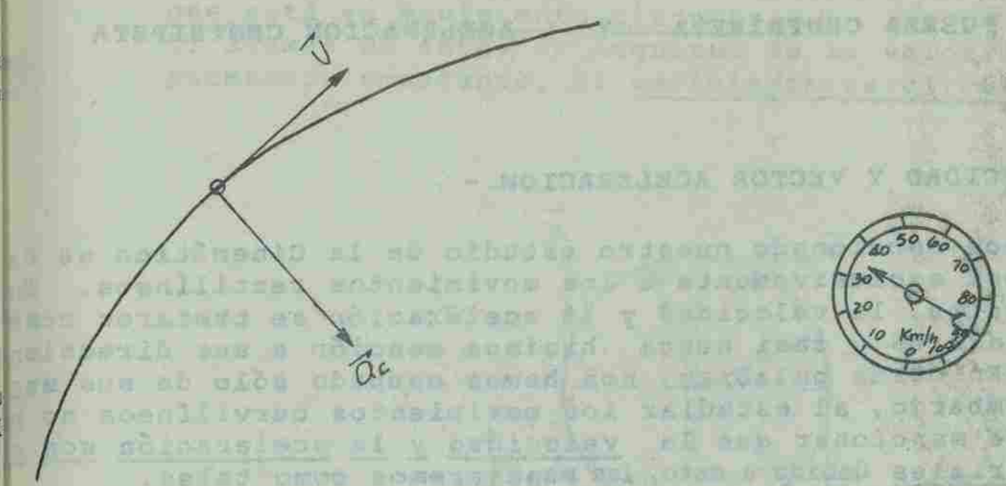


Fig. Cuando la bola está en la posición señalada, su peso suministra parte de la fuerza centrípeta necesaria.

Observando la ecuación que hemos dividido podemos concluir varias cosa cuanto más grande sea la masa "m", o la velocidad "v" mayor será la ten sión, cuanto más pequeño sea el radio "r" mayor será la tensión.

Si $\frac{v^2}{r}$ es igual a g la tensión es cero.

Si $\frac{v^2}{r}$ es menor a g, la tensión "T" será negativa, esto significa que para esas condiciones el hilo no estirará a la bola, sino que tendría que "empujarla" hacia arriba para poder mantenerla en movimiento circu lar y como eso no es posible pusto que hilo no es un cuerpo rigido, di cha bola dejará su trayectoria circular.



Esta figura representa una partícula que describe una curva y la mag nitud de su velocidad permanece constante. Imagínese un automóvil que da una curva y cuyo medidor de velocidad permanece invariable. Un aprendiz de Física diría, ante ésto, que la partícula no tendría aceleración puesto que tiene la idea de que ésta es sólo una conse- cuencia de una variación en la magnitud de la velocidad. Pero el concepto de aceleración es más amplio. No olvidemos que siendo la velocidad una cantidad vectorial, si la magnitud de la velocidad no varía, su dirección sí está cambiando, pues la partícula describe una curva y el vector $\vec{v}$ está variando (la dirección de la tangen te a la curva no permanece constante). Al variar la velocidad, aun que sólo sea en dirección, tendrá que existir una aceleración carac- terística así como hay una aceleración característica cuando varía solamente la magnitud de la velocidad.

Por lo tanto podemos decir que el movimiento representado en la fi- gura anterior es acelerado.

Ahora podemos definir la aceleración que está presente en éste movi miento de la siguiente forma:

" La variación en la dirección de la velocidad produce una acele ración llamada: Aceleración Centrípeta "

Recibe este nombre porque está siempre dirigida hacia el centro de la curva ya que, como veremos más adelante, toma la dirección de la fuerza que la produce (centrípeta significa que apunta hacia el cen tro) de ahí que el vector $\vec{a}_c$ (aceleración centrípeta) es siempre perpendicular a el vector $\vec{V}$.

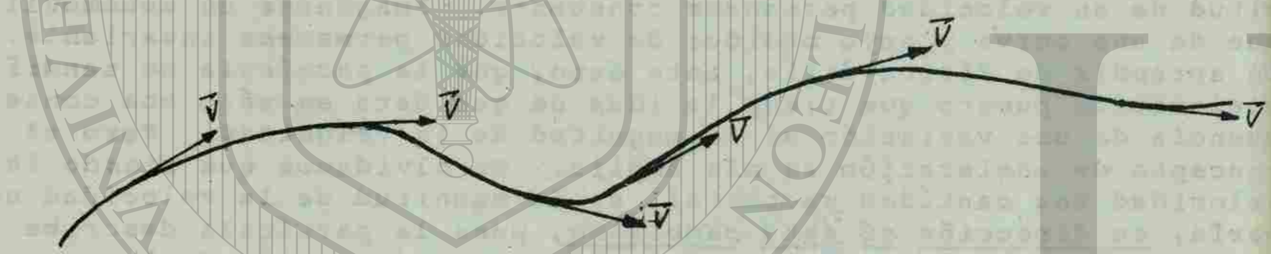
M O V I M I E N T O   C I R C U L A R

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 magn 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



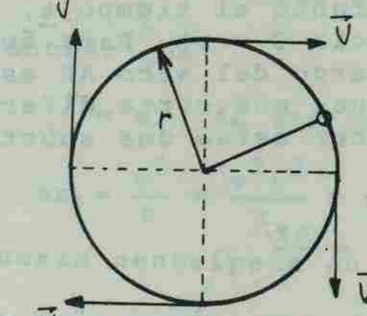
Es posible calcular la velocidad instántanea de la partícula.

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.

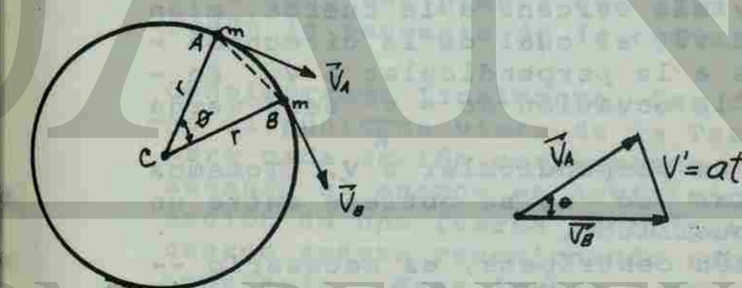
Por lo tanto, conociendo el vector $\bar{v}$ en un instante dado, se co ce el valor de la velocidad instántanea, la dirección instántanea movimiento (tangente a la trayectoria) y el sentido del movimien en ese instante. En la figura el vector $\bar{v}$ fue trazado en va puntos de la trayectoria.

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, $\vec{V}_A$ sumada vectorialmente a dicho cambio tiene como resultante $\vec{V}_B$.

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 $\vec{v}$, 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:

$$v = wr \quad \text{de ahí que:}$$

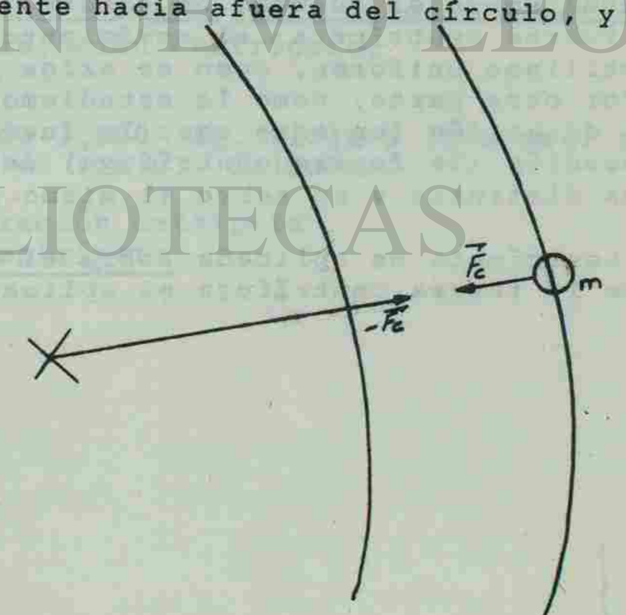
$$ac = \frac{v^2}{r} = \frac{w^2 r^2}{r} = w^2 r$$

Por lo tanto la fuerza centrípeta en cantidades angulares es:

$$Fc = mrw^2$$

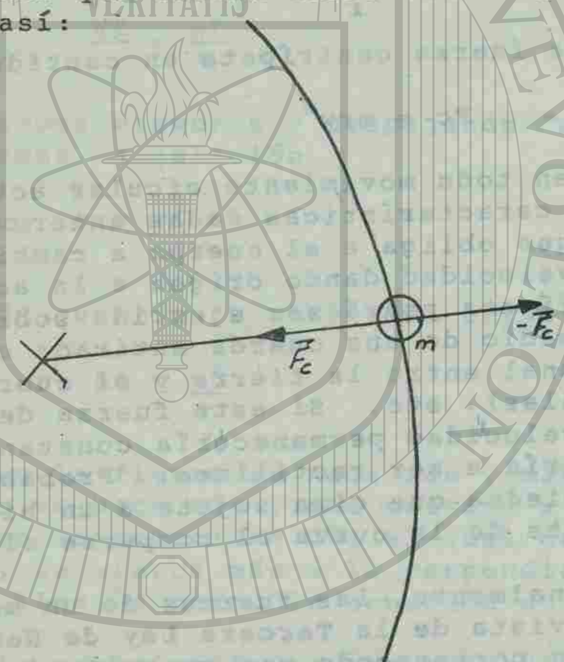
De esta forma en todo movimiento cicular actúa sobre el cuerpo una fuerza con las características dadas anteriormente. Es esta fuerza centrípeta la que obliga a el cuerpo a cambiar continuamente la dirección de su velocidad dando origen a la aceleración centrípeta. La fuerza centrípeta podrá ser ejercida 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 <u>también sobre el cuerpo</u> una fuerza centrífuga dirigida hacia afuera, que según estas personas --equilibraría la fuerza centrípeta. Evidentemente esta fuerza --centrífuga <u>que actúa sobre el cuerpo</u>, <u>no existe</u>. 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 <u>sobre el cuerpo</u> por el -hilo, mientras que la fuerza centrífuga es aplicado <u>sobre el hilo</u> 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

ESTATICA

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

3.0. INTRODUCCION:

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

Aquí 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 momento 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 $a = 0$

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 rapidez 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 mecá nica 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 $a = 0$

CAPITULO I I I

'E S T A T I C A'

OBJETIVO PARTICULAR.-

Al término de la unidad, el alumno aplicará la Primera y Segunda condición de Equilibrio en la solución de problemas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.-

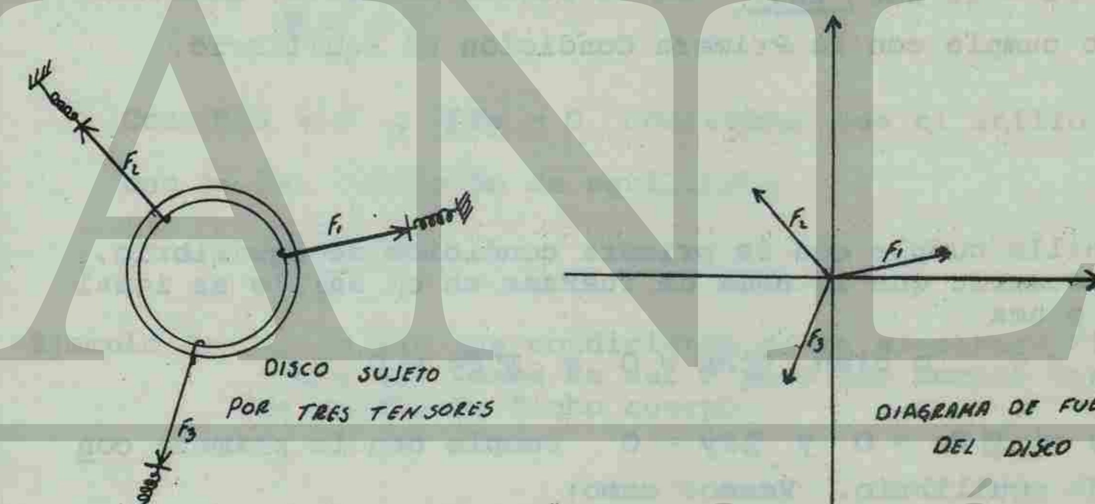
- Utilizará el método de los componentes en la suma de Vectores
- Resolverá problemas donde se aplique la Primera Condición de Equilibrio
- Definirá el concepto de Momento
- Resolverá problemas donde se aplique la Segunda Condición de Equilibrio.

∴(Por lo tanto)

$F = 0$ Pero como sobre este cuerpo pueden estar actuando varias fuerzas a la vez, la fuerza a la que hacemos mención es, en realidad, una suma de fuerzas y dicha suma es cero.

$\Sigma F_c = 0$ Que se puede leer como la suma de fuerzas que actuan sobre el cuerpo "C" es igual a cero.

Debemos recordar que las fuerzas son vectores y que una suma de vectores es posible si suponemos que todos los vectores actuan sobre un mismo punto, que nosotros marcábamos como el origen de un plano cartesiano (coordenadas "X" y "Y"). Así nosotros podemos estar hablando de fuerzas que actuan sobre una barra o una viga o cualquier tipo de objeto y podremos nosotros trasladar dichas fuerzas a un plano cartesiano haciendo que todas las fuerzas actuen sobre el origen como podemos observar en la siguiente figura:



Como recordarán, dos vectores son iguales si tienen la misma magnitud, dirección y sentido, por lo tanto, lo único que debemos hacer es cambiar las fuerzas de tal forma que actuen sobre un mismo punto y que conserven la magnitud, dirección y sentido.

Si en la figura, la suma de las fuerzas suman cero, diremos que cumplen con la primera condición de equilibrio, así:

$$F_1 + F_2 + F_3 = 0 \quad ó \quad F_{anillo} = 0$$

Ahora, la resultante de una suma de vectores, nosotros la encontramos por el método de descomposición de vectores (componen--

tes rectangulares), en el cual, cada vector era descompuesto en dos vectores perpendiculares entre sí en las direcciones de las "X" y de las "Y", y dicha resultante R era igual A:

$$R = \sqrt{(\Sigma Fx)^2 + (\Sigma Fy)^2}$$

Y si R = 0 entonces $\Sigma Fx = 0$ y $\Sigma Fy = 0$

Que es otra forma de expresar la primera condición de equilibrio:

$\Sigma F_x = 0$ y $\Sigma Fy = 0$ la. Condición de Equilibrio

Ejemplo 1: Si $F1 = 10 \text{ new} \angle 20°$ $F2 = 10 \text{ new} \angle 140°$ y

$F3 = 10 \text{ new} \angle 260°$ En la figura anterior, menciona si el anillo cumple con la Primera Condición de Equilibrio.

R = Si el anillo cumple con la primera condición de equilibrio, debe de ocurrir que la suma de fuerzas en el anillo es igual a cero, o sea

$\Sigma F_a = 0$ o bien $\Sigma Fx = 0$ y $\Sigma Fy = 0$

Entonces si $\Sigma Fx = 0$ y $\Sigma Fy = 0$ cumple con la primera condición de equilibrio. Veamos como:

$\Sigma Fx = F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2 + F_3 \cos \theta_3$ y

$\Sigma Fy = F_1 \text{SEN } \theta_1 + F_2 \text{SEN } \theta_2 + F_3 \text{SEN } \theta_3$ Podemos encontrar los valores de ΣFx y ΣFy

$\Sigma Fx = (10 \text{ new})(\cos 20°) + (10 \text{ new})(\cos 140°) + (10 \text{ new})(\cos 260°)$

$\Sigma Fx = 10 \text{ new } [\cos 20° + \underbrace{\cos 140°}_{\cos (180°-140°)} + \underbrace{\cos 260°}_{\cos (260°-180°)}]$

sacando un factor 10 new.

$\Sigma Fx = 10 \text{ new } (.940 - .766 - 174)$ sustituyendo los valores de los cosenos

$\Sigma Fx = 10 \text{ new } (.940 - .940) = 10 \text{ new } (0) = 0$

$\Sigma Fx = 0$

De la misma manera:

$\Sigma Fy = F_1 \text{SEN } \theta_1 + F_2 \text{SEN } \theta_2 + F_3 \text{SEN } \theta_3$

$\Sigma Fy = (10 \text{ new})(\text{SEN } 20°) + (10 \text{ new})(\text{SEN } 140°) + (10 \text{ new})(\text{SEN } 260°)$

$\Sigma Fy = 10 \text{ new } [\text{SEN } 20° + \underbrace{\text{SEN } 140°}_{\text{SEN } (180°-140°)} + \underbrace{\text{SEN } 260°}_{\text{SEN } (260°-140°)}]$

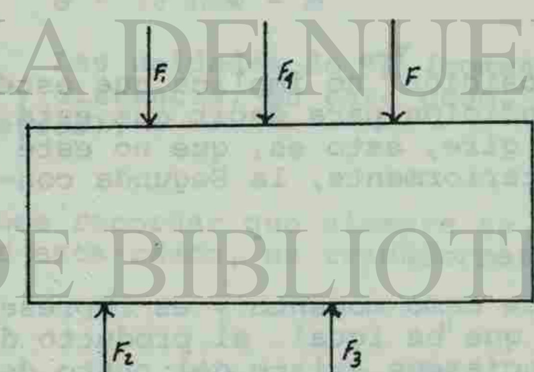
$\Sigma Fy = 10 \text{ new } (.342 + .643 - .985)$

$\Sigma Fy = 10 \text{ new } (.985 - .985) = (10 \text{ new}) (0) = 0$

$\therefore \Sigma Fy = 0$

Como $\Sigma Fx = 0$ y $\Sigma Fy = 0$ concluímos que el anillo cumple con la la. condición de equilibrio.

Ejemplo 2: Si se dan las condiciones de la siguiente figura, menciona como debe de ser F para que cumpla con la primera condición dicho cuerpo.



$F_1 = 20 \text{ new} \angle 270°$

$F_2 = 25 \text{ new} \angle 90°$

$F_3 = 45 \text{ new} \angle 90°$

$F_4 = 30 \text{ new} \angle 270°$

R = Como todas las fuerzas están actuando en una misma dirección (y) aseguramos que $\Sigma Fx = 0$ ya que no hay componentes hori-- zontales en estas fuerzas y además podemos sumar algebráicamente dichas fuerzas respetando los sentidos de éstas, así asignamos signos positivos a las fuerzas F_2 y F_3 y negativos a F_1 y F_4, entonces:

$\Sigma F_c = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F = 0$

$\therefore$ Despejando F

$F = -F_1 - F_2 - F_3 - F_4$, sustituyendo

$F = -(-20 \text{ new}) - (25 \text{ new}) - (45 \text{ new}) - (-30 \text{ new})$

$F = 20 \text{ new} - 25 \text{ new} - 45 \text{ new} + 30 \text{ new}$

$F = 50 \text{ new} - 70 \text{ new}$

$F = -20 \text{ new}$

Como F es negativa tiene la dirección de F_1 y F_4

Por lo tanto:

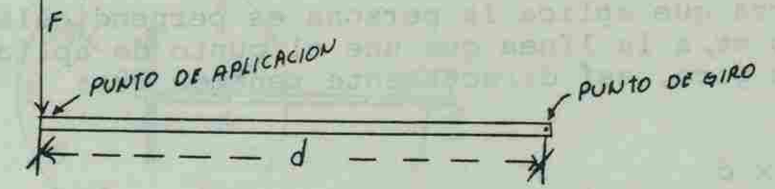
$\therefore F = 20 \text{ new} \underline{/ 270°}$

Debes comprobar que se llegaría el mismo resultado si se asignan en forma invertida los signos a las fuerzas, ésto es, F_1 y F_4 positivas y F_2 y F_3 negativas.

3.2. Segunda Condición de Equilibrio

Cuando un cuerpo no cambia de posición no implica que esté parado, es necesario aplicar otra condición para decir que está estático, y esta condición es que no gire, esto es, que no esté rotando. Esta es como se mencionó anteriormente, la Segunda condición de equilibrio.

A la acción de girar se le conoce como momento y es representado por la letra griega τ (TAO) que "es igual al producto de la fuerza que se aplica por la distancia que existe del punto de aplicación de la fuerza al punto con respecto al cuál puede girar el cuerpo, siempre que la fuerza y la línea que une el punto de aplicación y el punto de giro sean perpendiculares", como se puede observar en la siguiente figura:



$\tau = F x d$

En caso de que la fuerza y la línea que une al punto de aplicación con el de giro no sean perpendiculares tendrá que sacarse la componente perpendicular de la fuerza para encontrar el momento. si la fuerza tiene la misma dirección que la línea o pasa por el punto de giro, no hara rotar al cuerpo, por lo tanto $\tau = 0$. Por lo tanto, la línea o trayectoria que seguiría la fuerza se le conoce como línea de acción de la fuerza.

Ejemplo 3: Si se aplica una fuerza de 40 newtons perpendicular-- mente a una regla sujeta en un extremo y el punto de aplicación dista 40 cm del punto de giro. ¿Cuál será el momento causado por la fuerza?

R = Ya que la fuerza es perpendicular a la línea que une el punto de aplicación con el de giro $\tau = F \times d$

$\tau = 40 \text{ new} \times .40 \text{ cm}$, sustituyendo

$\tau = 16 \text{ new} - \text{m}$

Las unidades de τ (momento de rotación) son unidades de fuerza y distancia, en este caso, fuerza en newton y distancia en "m" (metros).

Debes recordar que siempre se debe trabajar en un mismo sitema, por esta razón, se transformaron los 40 cm a metros.

Ejemplo 4: ¿Qué momento τ debe producir un trampolin que mide 1.5 m si tiene que soportar a una persona que pesa 600 newtons y esta parada en el borde del trampolin?

R = Puesto que el momento que necesita contrarrestar el trampolin es el momento que provoca la persona sobre este, calcularemos el momento provocado por dicha persona.

La fuerza que aplica la persona es perpendicular al trampolin, esto es, a la línea que une el punto de aplicación con el punto de giro, así directamente tenemos que:

$\tau_p =$ F x d

$\tau_p =$ W x d

$\tau_p =$ (600 new)x(1.5 m)

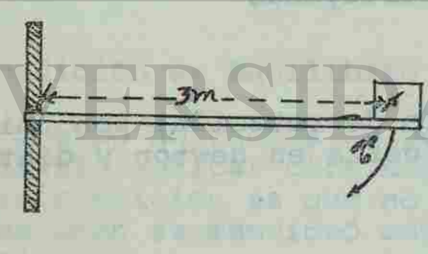
$\tau_p =$ 900 new - m

Aquí hablamos de contrarrestar y eso nos indica que deben apuntar en sentido contrario, por lo tanto, si τ_p = 900 new - m el τ_T = -900 new - m. Esto nos da la idea de que τ tiene dirección, también tiene magnitud y sentido, por lo tanto, el momento es un vector.

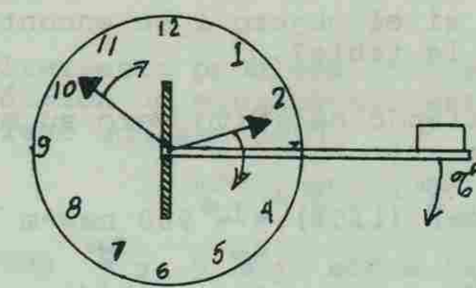
Podemos entonces hablar de momentos positivos y momentos negativos y como son giros tomaremos como referencia el movimiento que efectuan las moléculas del reloj.

Así si una fuerza provoca un giro en el sentido que lo hacen las manecillas del reloj, el momento provocado por dicha fuerza será negativo y si el giro es hecho en sentido contrario a las manecillas del reloj el momento será positivo.

Ejemplo 5: 1)¿Qué momento provocará un objeto colocado al borde de una tabla si esta mide 3 mts. y el objeto pesa 100 new si dicha tabla esta sujeta en uno de sus extremos como se muestra en la siguiente figura?y 2) ¿Qué momento provocaría si se encuentra en la mitad de la tabla?



R = El momento será negativo, ya que el sentido que tiene es el mismo que el de las manecillas del reloj, lo cual observamos si imaginariamente colocamos un reloj cuyo centro coincida con el punto de giro y vemos que el objeto tendería a seguir el mismo camino que el de las manecillas.

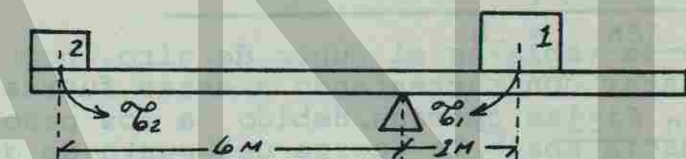


Por lo tanto:

1) τ = - (F x d) τ =-(100 new)(3 m) = - 300 new-m si está colocado en el borde y

2) τ = - (100 new)(1.5m) = - 150 new-m si esta colocado a la mitad.

Ejemplo 6: ¿Hacia donde girará la tabla que se muestra en la figura siguiente si el objeto 1 pesa 600 new. y el objeto 2 150 new.?



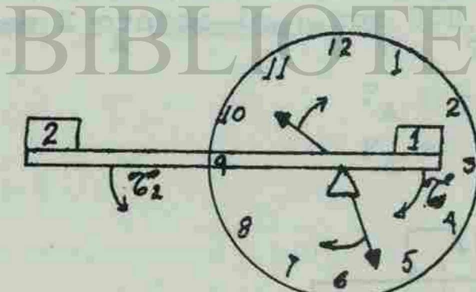
El momento provocado por el objeto 1 es:

τ_1 = - F x d = - (600 new)(1 m) = - 600 new-m.

El signo negativo aparece, ya que el giro es a favor de las manecillas del reloj. y el momento provocado por el objeto 2 es.

τ_2 = F x d = (150 new)(6 m) = 900 new-m

El signo es positivo, ya que gira en contra de las manecillas del reloj.



Ya que es más grande el momento positivo, aseguramos que la tabla girará en sentido contrario a las manecillas del reloj, esto es, tendrá un momento positivo.

Ejemplo 7 :- ¿Qué ocurriría si el objeto 1 se encontrara a 1.5 mts. del punto donde está apoyada la tabla?

R = El momento continuaría siendo negativo pero su magnitud cambiaría y sería igual a A :

$$\tau_1 = -F_1 \times d_1 = -(600\ \text{new})\ (1.5\text{m}) = -900\ \text{new-m}$$

El momento del objeto 2 cambiaría y entonces tendríamos 2 momentos iguales pero con signos contrarios, por lo tanto, se anularían y tendríamos que la tabla no giraría, esto es, se encontrarían los objetos equilibrados.

Si analizamos este ejemplo observaremos que dicho equilibrio es con respecto a los momentos, pero además, debe existir también equilibrio con respecto a las fuerzas, ya que la tabla no se mueve. Esto quiere decir que las fuerzas se están anulando si observamos la figura con estas condiciones (objeto 1 a 1.5 m. y objeto 2 a 6 m.) podremos ver que ambas fuerzas tienen una misma dirección dirigidas hacia el piso.

Y que lo que sostiene a la tabla es el punto de giro, por lo tanto, el punto de giro debe estar contrarrestando a estas fuerzas para así quedar equilibrado. Si las fuerzas, debido a los pesos de los objetos 1 y 2, apuntan hacia abajo, la fuerza del punto de giro o apoyo debe apuntar hacia arriba.

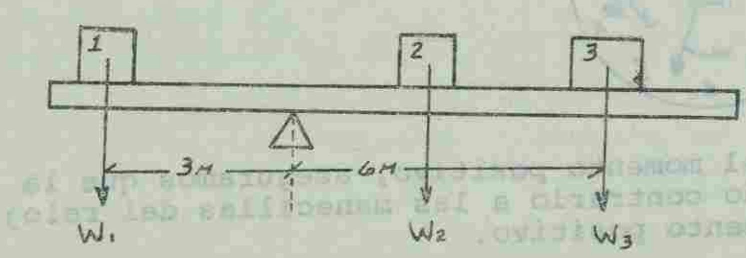
La fuerza del punto de giro es:

$$F_p = -(F_1 + F_2) = -(600\ \text{new.} + 150\ \text{new.})$$

$$F_p = -750\ \text{new.}$$

El signo negativo indica únicamente un sentido contrario a lo que suponemos como positivo.

Ejemplo 8:.- ¿A qué distancia debe colocarse el objeto No. 2 del punto de giro para que el sistema quede equilibrado, y qué fuerza debe ejercer el punto de apoyo para soportar el sistema en la siguiente figura si el objeto uno pesa 850 new.; el objeto 2 pesa 450 new. y el objeto 3 pesa 300 new.?



R = para resolver este problema lo que hacemos es aplicar primero la segunda condición de equilibrio, esto es, que la suma de todos los momentos tiene que ser cero.

$$\Sigma\tau = 0 \qquad \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = 0$$

como los momentos τ_2 y τ_3 son a favor de las manecillas del reloj ambos son negativos y el momento τ_1 es positivo, puesto que es contrario al movimiento de las manecillas del reloj.

Por lo tanto la solución es que:

$$\tau_1 - \tau_2 - \tau_3 = 0$$

despejando τ_2 nos quedaría $\quad -\tau_2 = \tau_3 - \tau_1$

$$\tau_2 = \tau_1 - \tau_3$$

sustituyendo los valores queda: $\quad w_2 \cdot d_2 = w_1 \times d_1 - w_3 \times d_3$

y despejando la d_2 obtendremos: $\quad d_2 = \dfrac{w_1 \times d_1 - w_3 \times d_3}{w_2}$

$$d_2 = \frac{850\ \text{new x 3m.} - 300\ \text{new. x 6m.}}{450\ \text{new.}}$$

$$d_2 = \frac{2550\ \text{new-m} - 1800\ \text{new.m}}{450\ \text{new.}}$$

$$d_2 = \frac{750\ \text{new-m}}{450\ \text{new}}$$

$$d_2 = 1.666\ \text{m.}$$

Por lo tanto el objeto 2 debe colocarse a 1.666 m. a la derecha del punto de giro para que queden equilibrados.

Ahora la fuerza que debe ejercer el punto de apoyo , Debe de cumplir con la 1ra. condición de equilibrio, es decir, que todas las fuerzas que están actuando deben de anularse, por lo tanto:

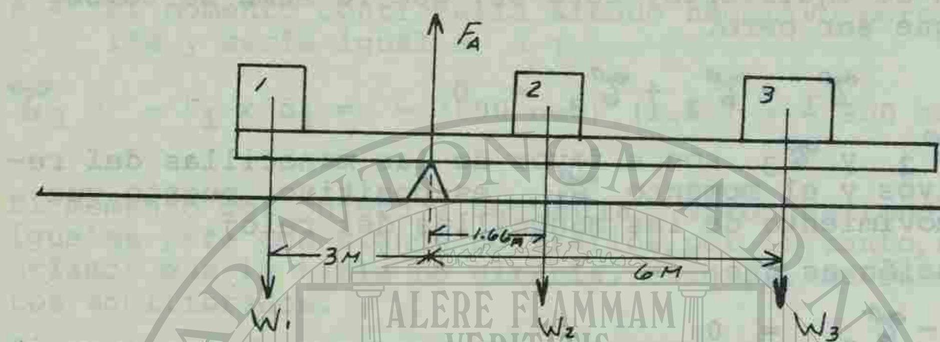
$$F_A + W_1 + W_2 + W_3 = 0$$

despejando F_A obtenemos $\quad F_A = -W_1 - W_2 - W_3$

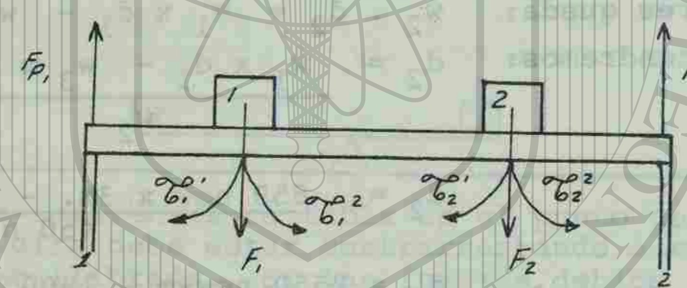
$$F_A = -850\ \text{new} - 450\ \text{new} - 300\ \text{new}$$

$$F_A = -1600\ \text{new.}$$

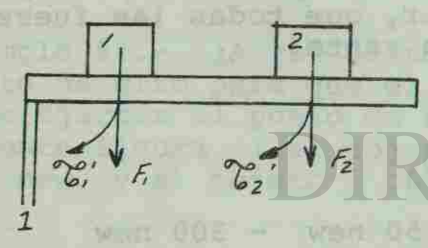
El signo negativo nos indica que apunta en sentido contrario a las fuerzas de los objetos 1, 2 y 3 como se ve en la siguiente figura:

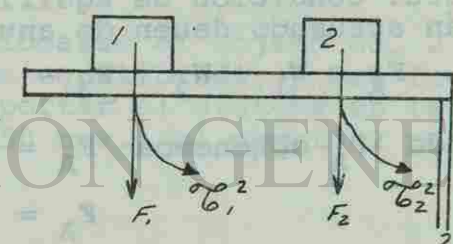


pero no siempre tendremos únicamente un punto de apoyo, sino que podemos tener más, siendo cada punto de apoyo, un punto de giro como lo podemos ver en esta figura.



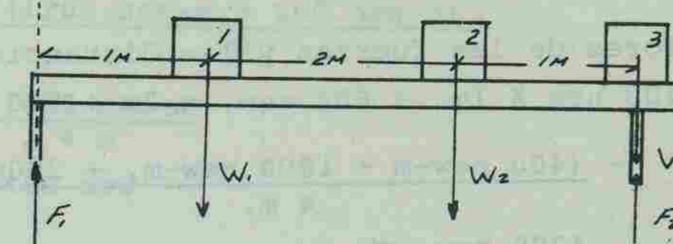
Aquí podemos observar que cada una de las fuerzas provoca dos momentos, uno con respecto al punto 1 y otro con respecto al punto dos, es más fácil observarlo si imaginariamente quitamos uno de los puntos de apoyo como se ve en la siguiente figura:





Esto es, si quitáramos un punto de apoyo la tabla tendería a girar y como giraría con diferente sentido en este caso un momento sería positivo y otro negativo.

Ejemplo 9: En la siguiente figura, encontrar las fuerzas 1 y 2 si el objeto 1 tiene un peso $W_1 = 400$ new; el objeto 2 un peso $W_2 = 600$ new. y el objeto 3 un peso $W_3 = 500$ new.



R = Aquí para resolver el problema primero aplicamos la primera condición de equilibrio. $\Sigma F = 0$

Si suponemos que W_1, W_2 y W_3 son positivas entonces F_1 y F_2 son negativas por apuntar en sentido contrario, por lo tanto, tendríamos que:

$$W_1 + W_2 + W_3 + F_1 + F_2 = 0$$

$$F_1 + F_2 = - W_1 - W_2 - W_3 \quad \text{despejando } F_1 \text{ y } F_2$$

$$F_1 + F_2 = -(W_1 + W_2 + W_3) \quad \text{sacando el signo de factor}$$

$$F_1 + F_2 = -(400 \text{ new.} + 600 \text{ new.} + 500 \text{ new.})$$

$$F_1 + F_2 = -1500 \text{ new.}$$

Ahora, ya que es una ecuación con dos incógnitas necesitamos otra condición para resolverlo, cosa que conseguimos aplicando la Segunda condición de equilibrio.

$$\Sigma \tau = 0$$

$$\Sigma \tau = \tau_{w1} + \tau_{w2} + \tau_{w3} + \tau_{f1} + \tau_{f2} = 0$$

Ahora seleccionamos un punto de giro que puede ser cualquiera de los dos. Seleccionamos como punto de giro el No. 1.

Por lo tanto el momento provocado por F_1 debe de anularse ya que la línea de acción de la fuerza pasa por el punto de apoyo y no lo haría girar, entonces la suma de momentos quedaría.

$$\Sigma \tau = \tau_{w1} + \tau_{w2} + \tau_{w3} + \tau_{f2} = 0$$

despejando τ_2 $\quad \tau_2 = -\tau_{w1} - \tau_{w2} - \tau_{w3}$

$$\tau_2 = -(\tau_{w1} + \tau_{w2} + \tau_{w3})$$

Sustituyendo los valores de los momentos

$$F_2 \times d_{F_2} = -(W_1 \times d_1 + W_2 \times d_2 + W_3 \times d_3)$$

Las distancias se miden del punto de giro al punto de aplicación de la fuerza, por lo tanto, las distancias serán:

$d_1 = 1$ m. $\quad d_2 = 3$ m $\quad d_3 = 4$m $\quad d_{F_2} = 4$ m

sustituyendo los valores de las fuerzas y las distancias tenemos:

$$F_2 \times 4\text{m} = -(400 \text{ new X } 1\text{m.} + 600 \text{ new. x } 3\text{m} + 500 \text{ X } 4 \text{ m.})$$

despejando F_2 $\quad F_2 = \dfrac{-(400 \text{ new-m} + 1800 \text{ new-m.} + 2000 \text{ new.-m.})}{4 \text{ m.}}$

$$F_2 = -\frac{4200 \text{ new.-}\cancel{m}}{4 \cancel{m}.}$$

$$F_2 = -1050 \text{ new.}$$

si $F_2 = -1050$ new. y $F_1 + F_2 = -1500$ new.

entonces sustituyendo el valor de F_2

tenemos $F_1 + (-1050 \text{ new}) = -1500$ new

$$F_1 - 1050 \text{ new} = -1500 \text{ new}$$

$$F_1 = -1500 \text{ new} + 1050 \text{ new}$$

$$F_1 = -450 \text{ new}$$

Los signos negativos indican que las fuerzas están dirigidas en sentido contrario a las fuerzas W_1, W_2 y W_3.

Comprobaremos ahora que se puede llegar a la misma solución si tomamos el otro punto de apoyo.

Si tomamos como punto de giro el No. 2 tendríamos que la fuerza F_2 no provocaría momento ya que la línea de fuerza pasa por el punto de apoyo; y lo mismo ocurriría con el momento de la W_3 por lo tanto

$$\Sigma \tau = \tau_{W1} + \tau_{W2} + \tau_{F1} = 0$$

$$\tau_{F1} = -\tau_{W1} - \tau_{W2}$$

$$\tau_{F1} = -(\tau_{W1} + \tau_{W2})$$

$$F_1 \times d_{F1} = -(W_1 \times d_1 + W_2 \times d_2)$$

Aquí tendremos que $d_{F1} = 4$m. ya que es la distancia que existe desde el punto donde se aplica F_1 y el punto de giro $d_1 = 3$m y $d_2 = 1$ m ya que son ahora con respecto al otro punto, así sustituyendo en la ecuación tenemos:

$$F_1 \times 4\text{m} = -(400 \text{ new x } 3\text{m} + 600 \text{ new x } 1\text{m})$$

$$F_1 = \frac{-(1200 \text{ new-m} + 600 \text{ new-m})}{4\text{m}}$$

$$F_1 = \frac{-1800 \text{ new-}\cancel{m}}{4 \cancel{m}}$$

$$F_1 = -450 \text{ new}$$

$$F_1 + F_2 = -1500 \text{ new}$$

$$F_2 = -1500 \text{ new} - F_1$$

$$F_2 = -1500 \text{ new} - (-450 \text{ new})$$

$$F_2 = -1500 \text{ new} + 450 \text{ new}$$

$$F_2 = -1050 \text{ new.}$$

Aquí podemos observar que en ninguno de los casos analizados hasta el momento, se tomó en consideración la masa tanto de las tablas como de las barras, sobre las cuales eran aplicadas las fuerzas u objetos, ésto en finalidad de simplificar los cálculos de dichos problemas, así en este curso siempre despreciaremos la masa de los objetos que sirvan como soporte.

CAPITULO IV

OBJETIVO PARTICULAR

AL término de la Unidad, el alumno: aplicará los conceptos y ecua ciones de máquinas simples (Palancas y poleas) en la resolución de problemas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

El Alumno:

- Definirá el concepto máquina.
- Distinguirá entre los concpetos trabajo suministrado y trabajo efectuado.
- Enunciará el concepto, palanca.
- Distinguirá los conceptos fuerza de la potencia, fuerza de la resistencia, brazo de la potencia y brazo de la resistencia.
- Enunciará el concepto ventaja mecánica.
- Enunciará el concepto de poleas.
- Utilizará los conceptos anteriores en la resolución de proble- mas.

CAPITULO 3

AUTOEVALUACION Y EJERCICIOS

1.- 4 fuerzas: F1 = 20 new $\angle 30°$, F2 = 30 new $\angle 40°$, F3 = 50 new $\angle 190°$, F4 = 60 new $\angle 280°$, son aplicadas a un cuerpo, determinar si dicho cuerpo permanece en equilibrio

R = NO

2.- Si en el problema anterior el cuerpo no permanece en equilibrio, encontrar una "F5" que logre equilibrarlo.

3.- Un objeto que cuelga es sujetado con 2 cables 1 y 2, formando un ángulo de 30° y 140° respectivamente, si el cable (1) soporta -- una tensión de 20 new. y el cable 2 de 10 new. Encontrar el peso del objeto colgado.

R = W = 16.43 newton

4.- Dos cuerdas sostienen un cuerpo que pesa 50 new, la cuerda 1 forma un ángulo de 40° con respecto al eje "+x" y la cuerda 2 un ángulo de 160°, si la tensión que soporta la cuerda (1) es de 20 new y la cuerda 2 es de 15 new decir si el cuerpo esta en -- equilibrio.

5.- En el problema anterior si dicho cuerpo no permanece en equili-- brio, determinar que fuerza aplicada verticalmente logra equilibrarlo.

R - F = 21.72 new $\angle 90°$

6.- Que momento debe producir un trampolín que mide 2 m. si soporta a un clavadista que pesa 700 new que se encuentra en el borde del trampolín.

7.- Se elige el punto de apoyo de una tabla en el centro de ésta o hacia donde girará, y con que valor de τ la haría, si soporta 2 cuerpos. El primero que pesa 100 new situado a 3 m. hacia el eje "-x" y el segundo de peso 150 new a 3.5 m. hacia el eje "+x"?

R = τ resultante = -225 new-m (gira en sentido contrario a las manecillas del reloj).

CAPITULO IV

OBJETIVO PARTICULAR

AL término de la Unidad, el alumno: aplicará los conceptos y ecuaciones de máquinas simples (Palancas y poleas) en la resolución de problemas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

El Alumno:

- Definirá el concepto máquina.
- Distinguirá entre los concpetos trabajo suministrado y trabajo efectuado.
- Enunciará el concepto, palanca.
- Distinguirá los conceptos fuerza de la potencia, fuerza de la resistencia, brazo de la potencia y brazo de la resistencia.
- Enunciará el concepto ventaja mecánica.
- Enunciará el concepto de poleas.
- Utilizará los conceptos anteriores en la resolución de problemas.

CAPITULO 3

AUTOEVALUACION Y EJERCICIOS

1.- 4 fuerzas: F1 = 20 new $\angle 30°$, F2 = 30 new $\angle 40°$, F3 = 50 new $\angle 190°$, F4 = 60 new $\angle 280°$, son aplicadas a un cuerpo, determinar si dicho cuerpo permanece en equilibrio

R = NO

2.- Si en el problema anterior el cuerpo no permanece en equilibrio, encontrar una "F5" que logre equilibrarlo.

3.- Un objeto que cuelga es sujetado con 2 cables 1 y 2, formando un ángulo de 30° y 140° respectivamente, si el cable (1) soporta -- una tensión de 20 new. y el cable 2 de 10 new. Encontrar el peso del objeto colgado.

R = W = 16.43 newton

4.- Dos cuerdas sostienen un cuerpo que pesa 50 new, la cuerda 1 forma un ángulo de 40° con respecto al eje "+x" y la cuerda 2 un ángulo de 160°, si la tensión que soporta la cuerda (1) es de 20 new y la cuerda 2 es de 15 new decir si el cuerpo esta en -- equilibrio.

5.- En el problema anterior si dicho cuerpo no permanece en equilibrio, determinar que fuerza aplicada verticalmente logra equilibrarlo.

R - F = 21.72 new $\angle 90°$

6.- Que momento debe producir un trampolín que mide 2 m. si soporta a un clavadista que pesa 700 new que se encuentra en el borde del trampolín.

7.- Se elige el punto de apoyo de una tabla en el centro de ésta o hacia donde girará, y con que valor de τ la haría, si soporta 2 cuerpos. El primero que pesa 100 new situado a 3 m. hacia el eje "-x" y el segundo de peso 150 new a 3.5 m. hacia el eje "+x"?

R = τ resultante = -225 new-m (gira en sentido contrario a las manecillas del reloj).

8.- Se aplican 3 fuerzas a un tablón, la primera a 4 m. en dirección "-x" del punto de apoyo y las 2 restantes de 40 new a 2 m y de 50 new a 3 m. en dirección "+x". Encontrar el valor de la fuerza situada en dirección "-x".

9.- Una varilla que mide 9 m., es sujetada en sus dos extremos, -- si se aplican 3 fuerzas F1 = 10 new, F2 = 20 new y F3 = 30 new, distribuidas simétricamente a lo largo de ésta y colocando en el centro de la varilla la fuerza "F3" y las 2 restantes en los extremos. Encuentre las fuerzas necesarias ejercidas en los soportes de los extremos para sostener en equilibrio dicha varilla.

R = 35 new
25 new

10.- En el problema anterior, sin mover las fuerzas colocadas en los extremos y cambiando el valor de "F3" a 50 new. Encuentre la fuerza ejercida en los extremos.

NOTA: Los problemas que tienen números nones corresponden a la Autoevaluación, en la que puedes comprobar tu resultado, y los problemas que tienen número par son para que ejercites tus conocimientos y los compruebes con tu Maestro.

CAPITULO 4

MAQUINAS SIMPLES

(UNA APLICACION DE ESTATICA)

4.0 . INTRODUCCION:

En este capítulo aplicaremos lo que aprendimos en el anterior, Estática.

Cuando se piensa en máquinas, se tiene en la mente una fábrica llena de artefactos metálicos con ruedas giratorias y piezas que lo golpean. O se puede imaginar una apisonadora nivelando toneladas de tierra. O bién, se trata de aviones y locomotoras.

Con una máquina se puede realizar un trabajo más rápido y más fácilmente. Por ejemplo: con una batidora manual de huevos, se pueden batir mejor éstos que con un tenedor. Pruébese al clavar un clavo solo con la cabeza de un martillo (sin el mango), es una tarea difícil. Las máquinas compuestas, como el avión y la locomotora están construidas acoplando entre sí muchas máquinas simples, algunas de ellas tan sencillas como las de la siguiente figura:

Estas son máquinas simples.

4.1 . ¿Qué es una Máquina?

Una batidora manual de huevos, un gato de automóvil, un grupo de poleas, una rampa de carga, etc.; todas son maquinas. ¿Qué tienen precisamente en común? O dicho en otras palabras, ¿Qué es una máquina?

"Una máquina es un dispositivo mecánico que permite trabajar más comodamente, aumentando la velocidad de una operación, o disminuyendo la fuerza que debe aplicarse, o cambiando la dirección de la fuerza.

Es más fácil batir un huevo con una batidora manual que con un tenedor, porque hace que las cuchillas se muevan más rápido que el tenedor. Sería imposible para la mayoría de la GENTE, levantar el eje posterior de un carro de modo que pueda cambiarse una llanta; con un gato mecánico, hasta un niño puede hacerlo.

Una máquina no es una fuente de energía, para que trabaje, se le debe suministrar energía (hacer girar la manivela de la batidora de huevos o mover la palanca del gato). El trabajo mecánico realizado sobre una máquina se llama "trabajo suministrado"; y el trabajo efectuado por la máquina sobre algún otro cuerpo se llama "trabajo ejecutado".

Hay muchas clases de máquinas, pero en Física, como en cualquier ciencia, el problema se simplifica agrupando todos los dispositivos con las mismas características de funcionamiento. Cuando ésto se lleva a cabo, muchas máquinas simples pueden clasificarse en dos grupos: Palancas y Planos Inclinados.

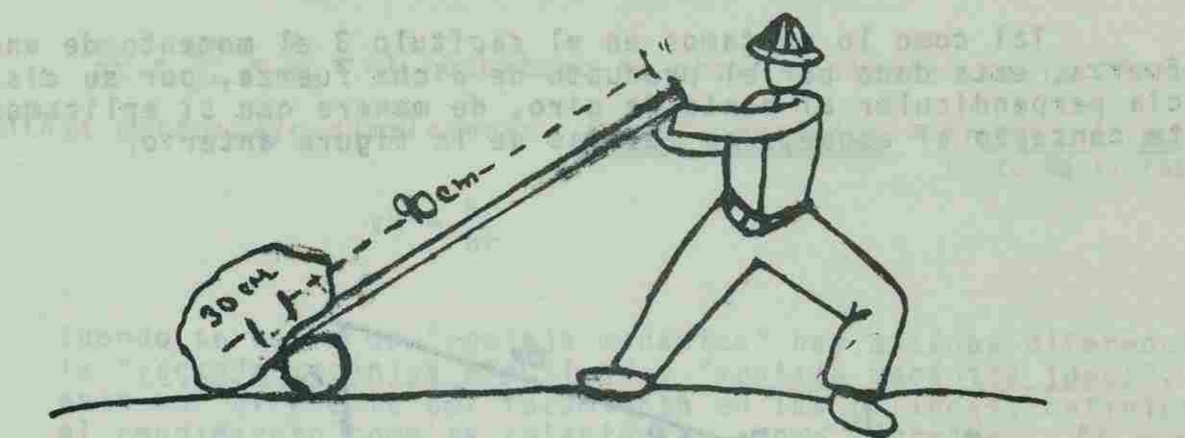
En este capítulo, solo estudiaremos a las palancas como máquinas simples, ya que el estudio de los planos inclinados se explicará posteriormente en el curso de Física III.

4.2 . La Palanca.

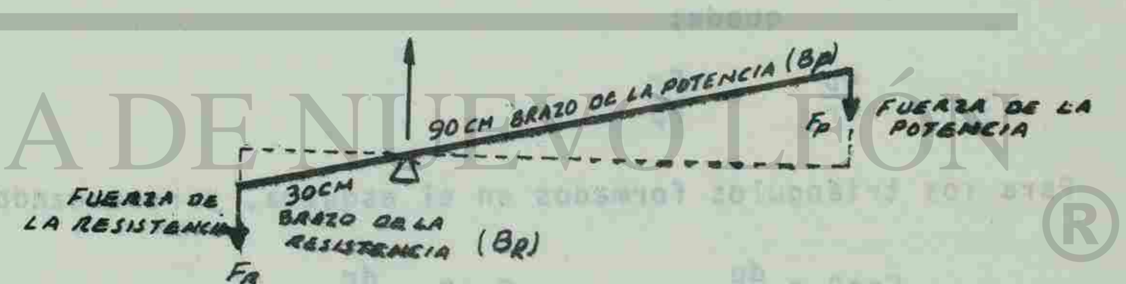
"¡Dadme un punto de apoyo y movere al mundo!" Arquimedes dijo estas palabras al descubrir el principio de la palanca.

Lo que el quiso decir con esta sentencia es que con una palanca suficientemente larga y un punto fijo, para usarlo como punto de apoyo, podría elevar el peso de la tierra. Una exageración desde luego. La palanca se convirtió en una de las máquinas simples más útiles.

El hombre de la fig. mostrada esta utilizando una barra para levantar una roca pesada. Una barra rígida que puede hacerse girar alrededor de un punto de apoyo, con el objeto de levantar una carga, es una máquina simple llamada palanca.



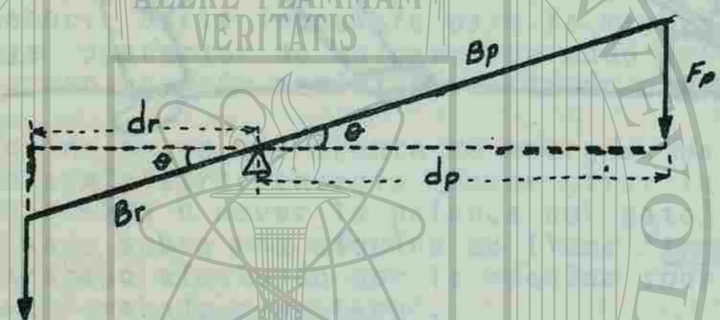
El hombre ejerce una fuerza en un extremo de la barra denominada fuerza de la potencia (Fp) y la piedra "ejerce" una fuerza en el otro extremo llamada fuerza de la resistencia (Fr). Las fuerzas que actúan sobre la barra se muestran en la siguiente fig.



La distancia, medida a lo largo de la barra, desde el punto de apoyo a la fuerza de la potencia, se llama "brazo de la potencia" (Bp). Y la del punto de apoyo a la fuerza de la resistencia se le llama "brazo de la resistencia" (Br).

La ventaja mecánica (VM) es un término que se usa con frecuencia en las palancas, veamos su deducción y significado.

Tal como lo tratamos en el capítulo 3 el momento de una fuerza, esta dado por el producto de dicha fuerza, por su distancia perpendicular al punto de giro, de manera que si aplicamos este concepto al esquema de fuerzas de la figura anterior



Encontramos que:

$$FpXdp = FrXdr$$

Si dividimos ambos miembros de la ecuación para que no se altere entre FpXdr.

$$\frac{FpXdp}{FpXdr} = \frac{FrXdr}{FpXdr}$$

queda:

$$\frac{dp}{dr} = \frac{Fr}{Fp}$$

Para los triángulos formados en el esquema, y recordando que:

$$\text{Cos}\theta = \frac{dp}{Bp} \qquad \text{Cos}\theta = \frac{dr}{Br}$$

ó sea

$$\frac{dp}{Bp} = \frac{dr}{Br}$$

que al multiplicar ambos miembros por $\frac{Bp}{dr}$

$$\left(\frac{dp}{Bp}\right)\left(\frac{Bp}{dr}\right) = \left(\frac{dr}{Br}\right)\left(\frac{Bp}{dr}\right)$$

resulta:

$$\frac{dp}{dr} = \frac{Bp}{Br} \text{ y además como } \frac{dp}{dr} = \frac{Fr}{Fp} \text{ entonces:}$$

$$\frac{dp}{dr} = \frac{Bp}{Br} = \frac{Fr}{Fp}$$ al resultado de estas cocientes se le llama

ventaja mecánica; o simplemente ventaja mecánica = $\frac{\text{Brazo de la potencia}}{\text{Brazo de la resistencia}}$

$$VM = \frac{Bp}{Br}$$

Cuando se habla de "ventaja mecánica" hay quiénes diferencían la "ventaja mecánica efectiva" y "ventaja mecánica ideal", esto por el efecto del rozamiento en las palancas, definiendo el rendimiento como la relación de ambas ventajas. En nuestro estudio no haremos tal diferenciación, ya que el rozamiento en este caso, (palancas) es de poca importancia.

Ahora podemos decir que, la ventaja mecánica es la relación que existe entre el brazo de la potencia y el brazo de la resistencia en una palanca.

Debe notarse que las unidades (de medición) se eliminan al calcular la ventaja mecánica; que es, por tanto, un número puro, sin unidades. También debemos recordar que para efectuar el cociente, ambas cantidades deben tener las mismas unidades.

La ventaja mecánica de una palanca puede variar según el lugar donde se coloque el punto de apoyo, veamoslo en el siguiente ejemplo:

Ejemplo 1: **Determinar en cuál de las dos posiciones se obtiene mayor ventaja mecánica.**

Posición 1 Posición 2

Para la posición 1:

$Bp_1 = .9$ m

$Br_1 = .3$ m

$$VM_1 = \frac{Bp_1}{Br_1} = \frac{.9m}{.3m} = 3$$

$$\underline{\underline{VM_1 = 3}}$$

Para la posición 2:

$Bp_2 = 1.05$

$Br_2 = .15$ m

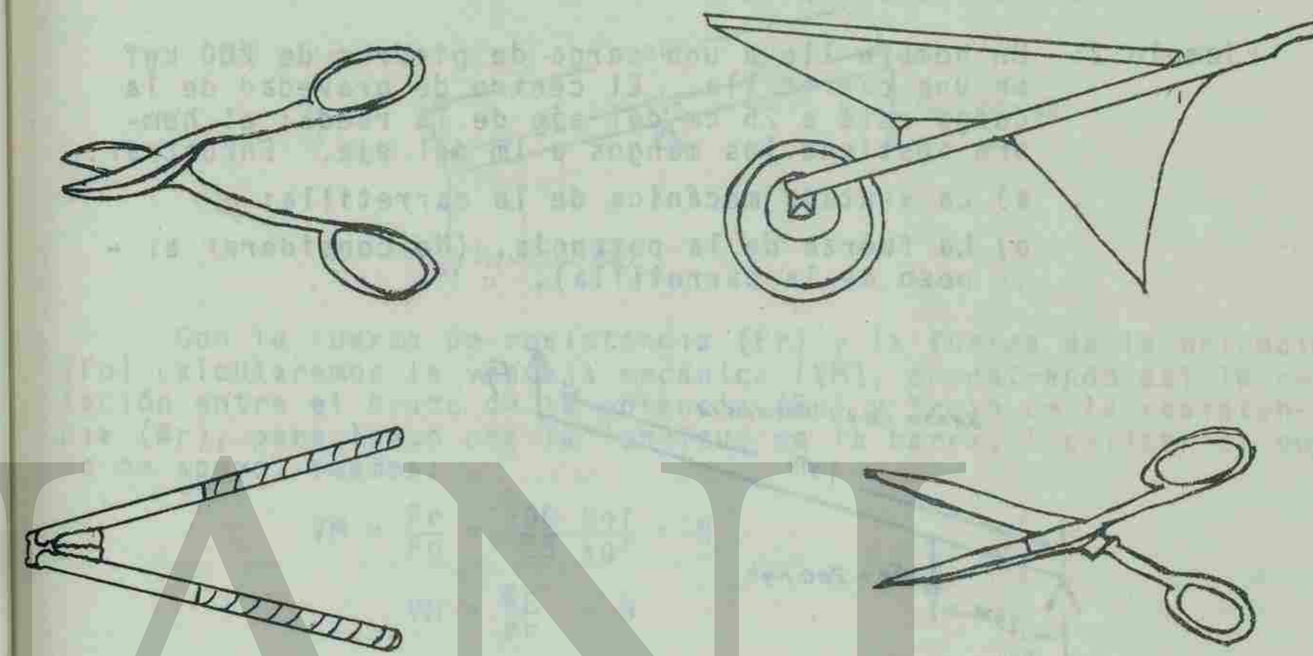
$$VM_2 = \frac{Bp_2}{Br_2} = \frac{1.05m}{.15m} = 7$$

$$\underline{\underline{VM_2 = 7}}$$

y como $7 > 3$ podemos decir que, en la posición 2, se obtiene mayor ventaja mecánica.

NOTA: Tener una mayor ventaja mecánica representa, por ejemplo, hacer menos esfuerzo al mover con una palanca el mismo objeto.

Las palancas son muy comunes.



Esta figura muestra varias palancas de uso común. Notese que algunas tienen el punto de apoyo en un extremo, y otras cerca del centro. Observese como en la carretilla y en el casca nueces, a diferencia de las tijeras por ejemplo: el brazo de la resistencia forma parte del brazo de la potencia. Además una palanca se considera como tal ; aunque la barra esté doblada.

Algunas máquinas, en lugar de favorecer la aplicación de una fuerza, se diseñan para multiplicar la rápidez o la distancia de una operación, como en el caso de la caña de pescar que tiene una ventaja mecánica menor que 1, ya que el brazo de la potencia es menor que el brazo de la resistencia. En una caña de pescar debe ejercerse una fuerza de 10 kgf cerca del mango para levantar un pez de 1 kgf. Con un pez más pesado se desliza la mano a lo largo de la caña para aumentar la ventaja mecánica (VM).

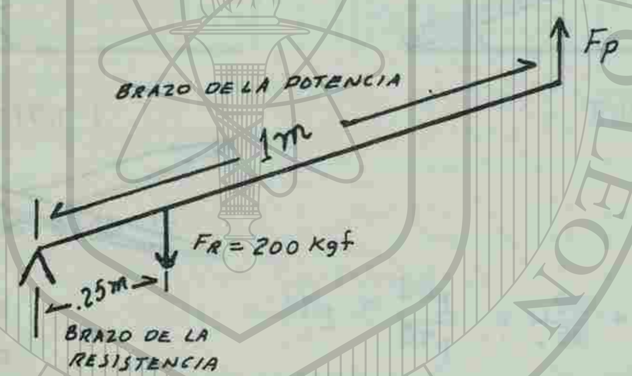
El valor de esta máquina, es la rápidez con la que se lanza el anzuelo y se maniobra con el pescado, además de la distancia que se puede abarcar. Una bicicleta es otra máquina en la que se desea obtener un aumento de velocidad.

Veamos ahora otros ejemplos:

Ejemplo 2: Un hombre lleva una carga de piedras de 200 kgf en una carretilla. El centro de gravedad de la carga está a 25 cm del eje de la rueda; el hombre sostiene los mangos a 1m del eje. Encontrar:

a) La ventaja mecánica de la carretilla;

b) La fuerza de la potencia. (No considerar el peso de la carretilla).



Datos:

Fr = 200 kgf

brazo de la potencia = 1m

brazo de la resistencia = .25m

a) VM = ?

b) Fp = ?

a) Para encontrar la VM podemos usar la fórmula:

$$VM = \frac{\text{brazo de la potencia}}{\text{brazo de la resistencia}}$$

$$VM = \frac{1\ m}{.25m}$$

$$\underline{VM = 4}$$

b) Sabemos que la ventaja mecánica es igual a: $\frac{Fr}{Fp}$

$$VM = \frac{Fr}{Fp}$$

De donde despejaremos el valor de Fp

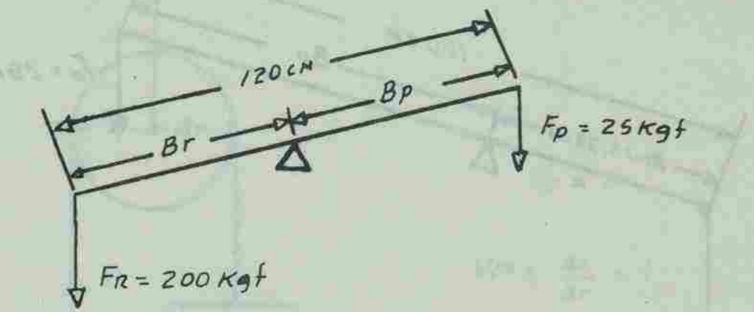
$$Fp = \frac{Fr}{VM} = \frac{200\ kgf}{4}$$

$$\underline{Fp = 50\ Kgf}$$

O sea el hombre sostiene 50 kgf.

Ejemplo 3.- Dónde deberá colocarse el punto de apoyo de una barra de 120 cm. de largo, con el objeto de que una fuerza de 25 kgf apalanque (sostenga) otra fuerza de 200 kgf.

Solución: Hagamos un diagrama para representar los datos



Con la fuerza de resistencia (Fr) y la fuerza de la potencia (Fp) calcularemos la ventaja mecánica (VM), encontrando así la relación entre el brazo de la potencia (Bp) y Brazo de la resistencia (Br), para luego con la longitud de la barra, localizar el punto de apoyo, veamos:

$$VM = \frac{Fr}{Fp} = \frac{200\ kgf}{25\ kgf} = 8$$

$$VM = \frac{Bp}{Br} = 8$$

Si despejamos Bp queda: $Bp = 8Br$

que al sustituir 8Br en el lugar de Bp en:

$Bp + Br = 120$ cm (puesto que la suma de ambos brazos dan la longitud de la barra).

Encontramos, el valor de Br:

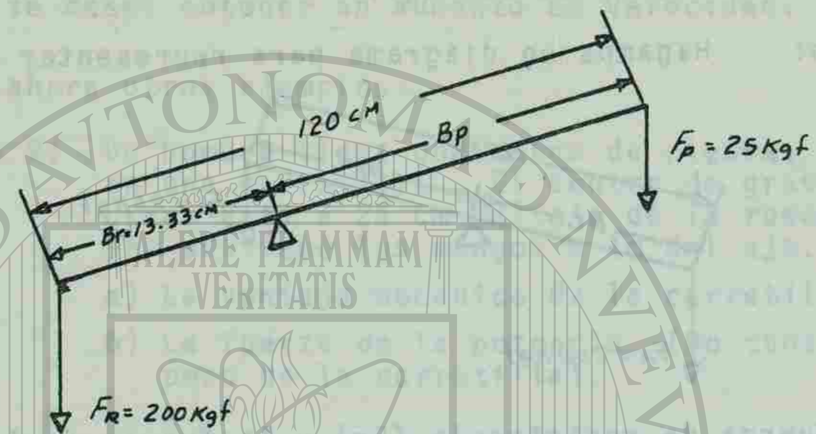
$$8Br + Br = 120$$

$$9Br = 120$$

$$Br = \frac{120}{9} = 13.33\ cm$$

que es la distancia que se mide desde el punto de aplicación de la fuerza de la resistencia y a lo largo de la barra, hasta el punto de apoyo.

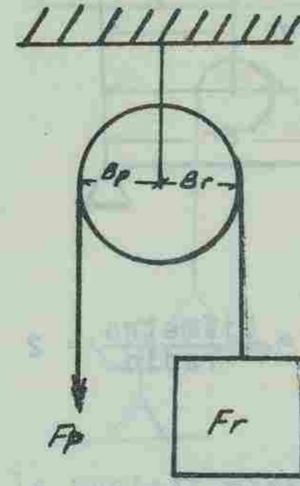
Gráficamente:



4.3 POLEAS:

Una polea es una máquina simple, formada por una rueda generalmente acanalada, montada en un eje, por ella se hace pasar una cuerda o banda.

Si analizamos esta polea simple fija encontramos que una polea es una palanca con el punto de apoyo al centro y por lo tanto con una ventaja mecánica igual a 1.



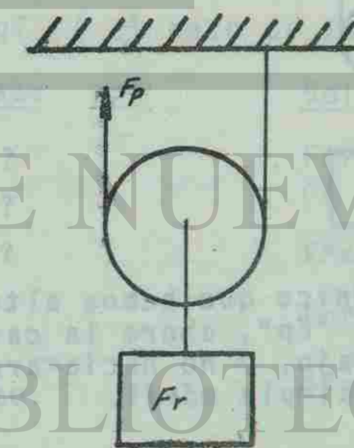
$Bp = Br$

$VM = \frac{Bp}{Br} = 1$

Contrariamente a las palancas que hemos estudiado, la fricción que se ejerce entre la rueda y el eje en una polea, tiene importancia considerable a tal grado que tengamos que diferenciar - la ventaja mecánica (VM) en ventaja mecánica ideal "VMi" (lo que - se obtendría sin fricción $\frac{Bp}{Br}$), y ventaja mecánica mecánica efectiva VMe" (la ventaja mecánica con fricción $\frac{Fr}{Fp}$), así mismo introduciremos el término de rendimiento "R" en que resulta de multiplicar por 100 el cociente $\frac{VMe}{VMi}$

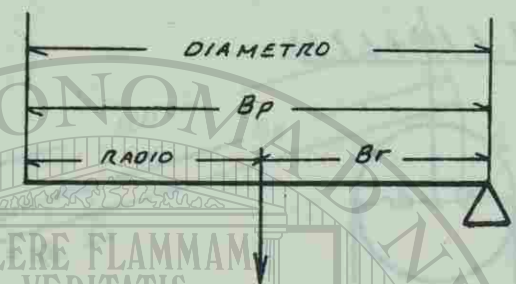
$$R = \frac{VMe}{VMi} \times 100$$

Ahora analizaremos una polea simple móvil.



Esta polea puede ser considerada como una palanca con su -- punto de apoyo en un extremo y una ventaja mecánica ideal (VMi) - igual a dos.

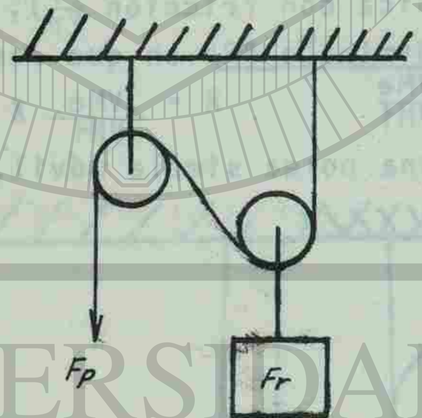
Al representar gráficamente la acción sobre la polea queda:



de manera que: VM = VMi = $\frac{Bp}{Br}$ = $\frac{\text{Diámetro}}{\text{radio}}$ = 2 (puesto que 2 radios forman un diámetro).

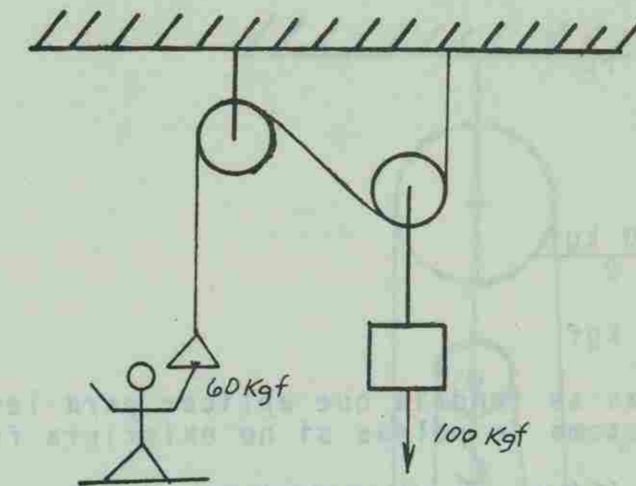
VMi = 2

Ahora bien, para entender con más claridad los términos de - ventaja mecánica ideal (VMi), ventaja mecánica efectiva (VMe) y -- Rendimiento (R). Hagamos un ejemplo, combinando una polea simple móvil con una polea simple fija: -



Al hacer tal combinación lo único que hemos alterado es el sentido de la fuerza de la potencia "Fp", ahora la carga (Fr) se eleva al estirar la cuerda hacia abajo, y no hacia arriba, como - se haría usando solamente la polea simple móvil.

Ejemplo 4.- Un albañil estira una cuerda con una fuerza de 60 kgf para elevar una carga de 100 kgf.



Encontrar la ventaja mecánica efectiva (VMe) y el rendimiento del sistema de poleas, si se sabe que la ventaja mecánica ideal es 2. Encontrar también la fuerza de la potencia suponiendo que no existiera rozamiento.

<u>NOTA</u>: Tal como se dijo la ventaja mecánica ideal es 2, ya que la polea simple fija tiene una ventaja mecánica ideal de 1 (porque Bp = Br) y solo desvía la fuerza, así la ventaja mecánica ideal del sistema se reduce a la de la polea simple móvil cuyo valor sabemos que es 2 (Bp = 2Br)

Datos:

Fp=60kgf (puesto que es la fuerza que levanta la carga)

Fr=100 kgf (el peso de la carga).

<u>Incógnitas</u>:

VMi = ?

VMe = ?

R = ?

Fp = ?

Si no hay razonamiento.

<u>Solución</u>:

Forma de encontrar la ventaja mecánica efectiva.

$$VMe = \frac{Fr}{Fp} = \frac{100kgf}{60kgf} = 1.67$$

Forma de encontrar el rendimiento:

$$R = \frac{VMe}{VMi} \times 100 \quad \frac{1.67}{2} \times 100 = 83.33\%$$

Forma de encontrar Fp en ausencia de rozamiento.

Cuando se desprecia el rozamiento (como con las palancas) se habla de una sola ventaja mecánica (VM) que en poleas coincide con el valor de la ventaja mecánica ideal (VMi) así:

$$VMi = VM = \frac{Bp}{Br} = \frac{Fr}{Fp} = 2$$

o sea $\frac{Fr}{Fp} = 2$

Despejando la Fp

$$Fp = \frac{Fr}{2}$$

sustituyendo

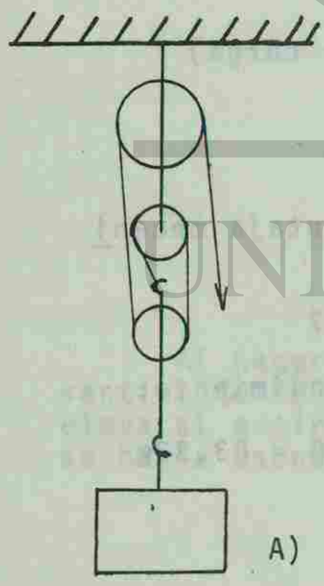
$$Fp = \frac{100\ kgf}{2}$$

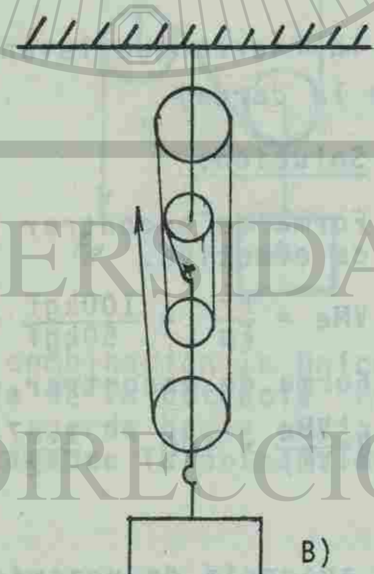
$$Fp = 50\ kgf$$

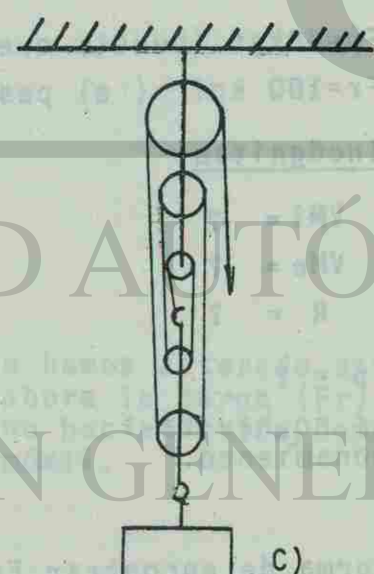
Que es la fuerza se tendría que aplicar para levantar los 100 kgf con este sistema de poleas si no existiera fricción.

Todo esto significa que el rozamiento de la rueda y el eje de la polea, reduce la ventaja mecánica de dos (la ventaja mecánica ideal) a 1.67 (la ventaja mecánica efectiva) ocasionando así un aumento de 50 a 60 kgf en el esfuerzo necesario para levantar la carga de 100 kgf, en esas condiciones, se dice que este sistema de poleas tiene un rendimiento del 83.33%

No siempre se sigue este procedimiento para encontrar la ventaja mecánica ideal, en un sistema de poleas (llamados polipastos o motón) que en ocasiones habremos de auxiliarnos de "la regla de contar los cables" para arreglos como estos.

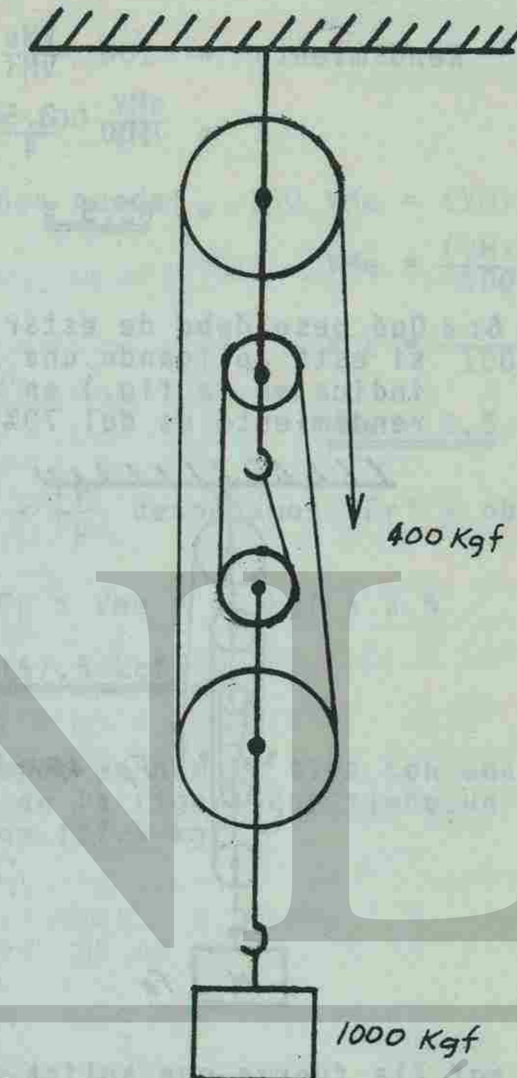

A)


B)


C)

Dicha regla que se aplica a casos como estos, afirma que la ventaja mecánica ideal es igual al numero de cuerdas que sostengan directamente la polea o poleas móviles, así en a) la ventaja mecánica ideal es 3, en b) y c) es 5, tales números, coinciden con el número de cuerdas que tiran hacia arriba en cada arreglo (esto puede tomarse también como regla).

Ejemplo 5: **Encontrar la ventaja mecánica ideal, la ventaja mecánica efectiva y el rendimiento del sistema de poleas mostrada en el esquema.**



Datos:

Fr = 1000 Kgf

Fp = 400 kgf

VM ideal = ?

VM efectiva = ?

Rendimiento = ?

Primero encontraremos la ventaja mecánica ideal (VMi).

VM ideal = # de cuerdas que están sosteniendo las 2 poleas móviles, o las cuerdas que tiran hacia arriba.

VMi = 4 (la parte de la derecha de la cuerda, donde se aplica la fuerza de la potencia, solo cambia por conveniencia la dirección de tal fuerza, así que no interviene en sostener las 2 poleas moviles, además que tira hacia abajo, de ahí que no se tome en cuenta para sacar la ventaja mecánica ideal).

Y ahora:

$$VM = \frac{Fr}{Fp}$$

y sustituyendo valores nos queda:

$$VM = \frac{1000\ kgf}{400\ kgf}$$

$$\underline{VMe = 2.5}$$

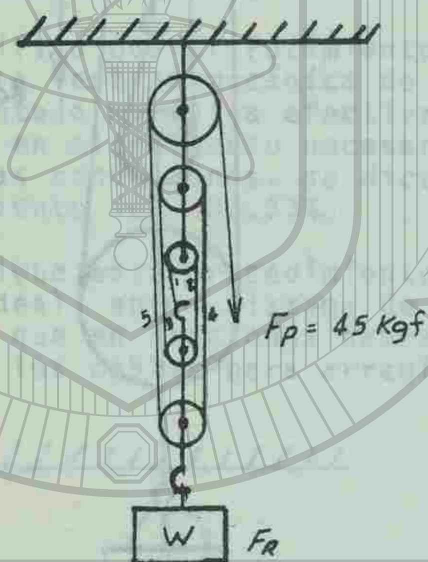
Y el rendimiento se encuentra multiplicando por 100 y dividiendo el cociente de la ventaja mecánica efectiva (VMe) sobre la ventaja mecánica ideal (VMi) por tanto:

$$\text{Rendimiento} = 100\ \frac{VMe}{VMi}$$

$$R = 100\ \frac{2.5}{4}$$

$$R = \underline{62.5\ \%}$$

Ejemplo 6: Qué peso debe de estar levantando una persona si está aplicando una fuerza de 45 kgf (como se indica en la fig.) en un sistema de poleas cuyo rendimiento es del 70%.



Datos:

$Fp = 45$ kgf (la fuerza que aplica el hombre)

Rendimiento = 70%

$W = Fr = ?$ (El peso que esta levantando)

Para resolver este problema, primero encontraremos el valor de la ventaja mecánica ideal, "VMi" (contando las cuerdas que sostienen las poleas móviles), luego con este valor y el rendimiento "R" calcularemos el valor de la ventaja mecánica efectiva "VMe" (ya que $R = 100\ \frac{VMe}{VMi}$), para finalmente encontrar la fuerza de la resistencia "Fr" con la fórmula $VMe = \frac{Fr}{Fp}$, veamos:

La VMi = # de cuerdas que estén sosteniendo las poleas móviles. Por lo tanto:

$\underline{VMideal = 5}$

De la fórmula de $R = 100\ \frac{VMe}{VMi}$

Despejando la VMe y nos queda: $100\ VMe = (VMi)R$

$$VMe = \frac{(VMi)R}{100}$$

Sustituyendo datos: $VMe = \frac{5 \times 70}{100}$

$$\underline{VMe = 3.5}$$

y de la ecuación $VMe = \frac{Fr}{Fp}$ despejamos "Fr" y obtendremos:

$$Fr = Fp \times VMe = 45\ kgf \times 3.5$$

$$\underline{Fr = 157.5\ kgf = W}$$

Ahora sabemos que cuando un hombre tira con una fuerza de 45kgf el sistema de poleas de la figura que tiene un rendimiento del 70%, levanta un peso de 157.5 kgf

AUTOEVALUACION Y EJERCICIOS

1.- ¿Qué es una máquina?

2.- ¿Qué es una palanca?

3.- ¿Qué es la Ventaja Mecánica Efectiva?

4.- ¿Qué es la Ventaja Mecánica Ideal?

5.- ¿Cómo se calcula el Rendimiento de una máquina simple?

6.- ¿Cuánto vale la ventaja mecánica de una polea simple fija?

7.- Una barra de 100 cm. de largo se utiliza para apalancar una piedra de 200 kgf. Si el punto de apoyo se encuentra a 20 cm de la piedra, encontrar la fuerza de la potencia que debe aplicarse y la VM de la barreta.
Fp = 500 kgf   VM = 4

8.- Donde deberá colocarse el punto de apoyo de una barra de 200 cm de largo con objeto de que una fuerza de 12.50kgf apalanque una piedra de 120 kgf.

9.- Los mangos de un cascanueces tienen 15 cm de largo. Calcular la fuerza que recibe una nuez colocada a 3 cm de la bisagra, si se ejerce una fuerza de 20N en los extremos libres de la palanca. Fr = 100 N

10.- Un gato mecánico tiene un rendimiento del 16% calcular la ventaja mecánica ideal si se utiliza una fuerza de 100 kgf para levantar una carga de 10 toneladas.

11.- Encontrar la ventaja mecánica ideal de cada aparejo de la fig. de la página 65 .

a) VM ideal = 3   b) VM ideal = 5   c) VM ideal = 5

12 . Dibujar un sistema de poleas con una VM ideal de 6.

13 . El sistema del problema No. 12 se utiliza para elevar una carga de 500 kgf. ¿Qué fuerza se necesita para elevar esta carga?

NOTA: Los problemas que tienen números nones corresponden a la Autoevaluación, en la que puedes comprobar tu resultado y los problemas que tienen números par son para que ejercites tus conocimientos y los compruebes con tu maestro.

INDICE GENERAL

Páginas

LABORATORIO DE FISICA II

DOSIFICACION

1er. TERMINO

2a. SEMANA: 13 de Febrero a 17 de Febrero

PRACTICA No. 1

4a. SEMANA; 27 de Febrero al 2 de Marzo

PRACTICA No. 2

6a. SEMANA : 12 de Marzo al 16 de Marzo

PRACTICA No. 3

2do. TERMINO

3a. SEMANA: 7 de Mayo al 11 de Mayo

PRACTICA No. 4

5a. SEMANA: 21 de Mayo al 25 de Mayo

PRACTICA No. 5

SEMESTRE FEBRERO - JUNIO de 1984

PRACTICA No. 1

TITULO: 1a. LEY DEL MOVIMIENTO DE NEWTON

OBJETIVO: DEMOSTRAR EXPERIMENTALMENTE LA 1a. LEY DEL MOVIMIENTO DE NEWTON.

INTRODUCCION

El enunciado de la 1a. Ley de Newton es el siguiente:

"Todo cuerpo permanece en estado de reposo o de movimiento rectilíneo con velocidad constante mientras que no actúe sobre él una fuerza que modifique su estado de reposo o de movimiento."

Esta propiedad que presentan los cuerpos a oponerse a los cambios en su estado de reposo o de movimiento, se denomina, "INERCIA".

Toda ley física requiere de una demostración experimental, pero en forma especial esta ley, ya que la misma parece contradecir nuestra experiencia cotidiana, en la cual observamos que, sin que actúe "en forma aparente" una fuerza sobre un cuerpo que esté en movimiento, este llega a estar en reposo después de un determinado tiempo. Por ejemplo, si deslizamos una esfera sobre la mesa de laboratorio, observamos que llega a detenerse, en realidad lo que ocurre es que si se está aplicando una fuerza sobre la esfera, esta fuerza es la fuerza de rozamiento entre la esfera y la mesa, llamada fuerza de fricción, la cual impide el libre movimiento de la esfera.

La fuerza de fricción es una de las fuerzas que actuan sobre los cuerpos y la más difícil de evitar, pero en nuestro laboratorio contamos con el equipo para lograrlo; como es el riel de flotación, con el cual podremos observar que un cuerpo sí logra un movimiento rectilíneo con velocidad constante.

El mecanismo a seguir para lograr inferir la Ley de la Inercia está basado en lo siguiente: ponemos en movimiento un carrito por medio de una pesita, la cual cuelga por uno de los extremos del riel de flotación. Después de que el carro haya recorrido una cierta distancia, quitamos repentinamente dicho peso y observamos el movimiento que sigue el carrito.

MATERIAL:

1 Riel de flotación
1 Bomba de aire
1 Carrito con aguja
1 Fuente para imán y cables (rojo y negro)
1 Electroimán
1 Fuente de chispeo
1 Cinta de registro
1 Cinta métrica
1 Hilo de aprox. 1.5 Mts.
1 Pesa
1 Portapesas

FORMA DE COLOCAR EL MATERIAL

El riel de flotación se encuentra colocado sobre la mesa de trabajo y conectado por medio de la manguera a la bomba de aire.

1o. Coloque el electroimán en el riel de flotación, en el extremo opuesto a donde se encuentra la polea.

2o. Conecte la fuente para imán de retención al electroimán por medio de los dos cables (rojo y negro), cada uno a las entradas de sus respectivos colores.

3o. Amarre uno de los extremos del hilo al poste del carrito y el otro extremo a el portapesas, en el cual previamente se colocó una pesa.

4o. Conecte la fuente de chispeo a el riel de flotación por medio de los dos cables con terminales de pinzas de cocodrilo, de la siguiente forma: el cable rojo, conectelo al alambre superior del riel y el cable negro a el chasis del riel de flotación.

5o. Coloque la cinta de registro sobre el riel de flotación y adhierala con cinta adhesiva.

6o. Conecte la bomba de aire, la fuente de chispeo y la fuente para imán a los tomacorriente de la mesa.

PROCEDIMIENTO:

1o. Coloque el carrito en el extremo donde se encuentra el electroimán y encienda la fuente para imán de retención oprimiendo el botón negro, ahora oprima el boton rojo y déjelo oprimido.

2o. Pase el hilo sobre la polea y que la pesa cuelgue libremente.

3o. Encienda la fuente de chispeo orpimiendo el botón negro, oprima el arrancador y deje que dé unos cuantos chispazos.

4o. Suelte el botón rojo de la fuente para imán, recuerde que debe dejar oprimido el arrancador hasta un momento antes de que el carrito llegue al otro extremo del riel.

5o. Apague la fuente de chispeo.

Hasta aquí hemos realizado la primera parte de nuestro experimento, ahora pasemos a la segunda parte.

6o. Doble un poco la aguja del carrito de tal forma que la chispa la marque un poco más abajo en la misma cinta de registro para que no se confunda con el registro hecho en la primera parte.

7o. Coloque un banco de laboratorio abajo de las pesas de tal forma que estas caigan sobre el banco.

8o. Repita el experimento del 2o. al 5o. paso.

9o. Apague todos los aparatos y desconectelos.

10o. Quite la cinta de registro y proceda a realizar las mediciones.

a) Grafique s contra t para el primer caso.

b) Grafique s contra t para el segundo caso.

c) Mida la velocidad en diferentes intervalos para el segundo caso.

d) ¿A qué conclusión llega en este experimento?

PRACTICA No. 2

TITULO: SEGUNDA LEY DEL MOVIMIENTO DE NEWTON

OBJETIVO: DETERMINAR LA PROPORCIONALIDAD QUE EXISTE ENTRE LA ACELERACION Y LA FUERZA.

INTRODUCCION

El enunciado de la Segunda Ley de Newton es: La aceleración es directamente proporcional a la fuerza que actúa e inversamente proporcional a la masa inercial del cuerpo sobre el cual actúa la fuerza.

Para lograr deducir esta ley, efectuaremos dos experimentos. En el primero, trabajaremos con la relación existente entre la aceleración y la fuerza y en el segundo, con la relación entre la aceleración y la masa.

Al combinar ambos resultados automáticamente estaremos deduciendo la segunda Ley de Newton.

El experimento de hoy consiste en aplicar una fuerza a un carrito que se encuentra sobre un riel de flotación y calcular su aceleración, aplicar otra fuerza diferente y de nuevo calcular su aceleración, repetir este proceso y observar la proporcionalidad que guarda la aceleración con respecto a la fuerza.

MATERIAL:

1 Riel de flotación

1 Bomba de aire

1 Carrito

1 Cronómetro digital y cables (coaxiales)

1 Fotocelda

1 Fuente para imán y cables (rojo y negro)

1 Electroimán

1 Balanza

4 Pesas de diferente valor

1 Hilo de aproximadamente 1.5 m.

2 Cables toma-corriente

1 Cinta métrica

1 Porta-pesas

FORMA DE COLOCAR EL MATERIAL:

El riel de flotación se encuentra sobre la mesa de trabajo conectado a la bomba de aire por medio de la manguera.

1ª Proceda como en la práctica No. 1

2ª Igual que en la práctica No. 1

3ª Proceda como en la práctica No. 1

4ª Monte la fotocelda sobre el riel de flotación.

5ª La fuente para imán se conecta al cronómetro con uno de los cables coaxiales de la siguiente forma, en la entrada donde dice "cronómetro" en la fuente a la entrada que dice "arrancar" en el cronómetro; el otro cable coaxial se conecta del cronómetro en la entrada donde dice "parar" a la fotocelda.

6ª Los dos cables para toma-corriente se conectan en la parte posterior del cronómetro y la fuente de la siguiente forma, uno se conecta del cronómetro a la fuente y el otro de la fuente a el toma-corriente de la mesa.

7ª Conecte todos los aparatos a el toma-corriente.

PROCEDIMIENTO:

1.- Coloque una de las pesas en el portapesas y pase el hilo por la polea de tal forma que el hilo pase por el interior de la fotocelda.

2.- Instale el carrito en donde se encuentra el electroimán.

3.- A partir del triángulo rojo del carrito mida una cierta distancia (la que le indique su Maestro) y ahí coloque la fotocelda.

4.- Encienda la fuente y el cronómetro digital oprimiendo el botón negro respectivamente.

5.- Oprima el botón rojo de la fuente y déjelo oprimido.

6.- Encienda la bomba de aire.

7.- Suelte el botón rojo de la fuente.

8.- Anote el tiempo que marcó el cronómetro y repita este proceso 4 veces más.

9.- Ahora coloque otra pesa de diferente valor y repita el experimento para las diferentes fuerzas que el maestro le indique.

a) Encuentre el tiempo promedio para cada fuerza aplicada.

b) Por medio de la ecuación $a = \frac{2S}{t_p^2}$, encuentre la aceleración producida por cada fuerza.

c) Haga una gráfica de "F" contra "a".

d) ¿A que conclusión llega?

PRACTICA No. 3

TITULO: 2a. LEY DEL MOVIMIENTO DE NEWTON

OBJETIVO: DETERMINAR LA PROPORCIONALIDAD QUE EXISTE ENTRE LA ACELERACION Y LA MASA.

I N T R O D U C C I O N

En esta segunda parte de nuestro experimento estableceremos la relación que existe entre la aceleración y la masa de un cuerpo cuando le es aplicada una fuerza.

Este experimento consistirá en aplicarle una fuerza a un carrito colocado sobre el riel de flotación y calcular su aceleración, posteriormente variar la masa del carrito colocando unas pesitas sobre el carrito y aplicarle la misma fuerza y de nuevo calcular su aceleración, repetir este proceso varias veces y observar la proporcionalidad entre la aceleración y la masa.

M A T E R I A L

El material necesario para desarrollar ésta práctica es el mismo que el material utilizado en la práctica No. 2 , solo que en esta práctica se utilizarán varias laminillas de aluminio y solo una pesita de bronce.

FORMA DE COLOCAR EL MATERIAL

Proceda como en la práctica No. 2

P R O C E D I M I E N T O

1º Coloque la pesita de bronce en el portapesas y pase el hilo por la polea de tal forma que el hilo pase por el interior de la fotocelda.

2º al 8º Paso, proceder como en la práctica No. 2

9º Ahora pese el carrito y una de las laminillas de aluminio, entonces, agreguele la laminilla a el carrito y repita el proceso, después pese y agregue otra laminilla y de nuevo repita el proceso, según el número de laminillas que le entreguen.

a) Encuentre el tiempo promedio para cada masa y su aceleración.

b) Haga una gráfica de "a" contra "m".

c) ¿ Qué concluye con esto ?

d) ¿ Porqué ?

e) Para corroborarlo efectúe la gráfica de "a" contra "1/m".

f) ¿ Es correcta su conclusión anterior ?

PRACTICA No. 4

TITULO : ESTATICA

OBJETIVO: COMPROBAR LA 1a. CONDICION DE EQUILIBRIO.

INTRODUCCION

Si la resultante de todas las fuerzas que actuan sobre un cuerpo es cero, entonces, decimos que dicho cuerpo se encuentra en equilibrio, y a esto se le conoce como la 1a. Condición de Equilibrio.

El experimento a realizar en esta sesión, consiste en colocar en equilibrio un cuerpo, aplicándole diferentes fuerzas en diferentes direcciones, y comprobar que la resultante de dichas fuerzas es igual a cero.

La forma de realizar este experimento es muy similar a la que empleamos en la práctica de Vectores (Física I).

MATERIAL:

1 Mesa de Fuerzas
1 Anillo de Plástico
4 Poleas
4 Hilos
4 Portapesas
\# Pesas

FORMA DE COLOCAR EL MATERIAL

1º Coloque el anillo de plástico en el centro de la mesa de fuerzas, monte las poleas sobre la mesa de tal forma que el tornillo quede en la parte inferior.

2º Ponga el valor de las pesas qu su maestro le indique en cada porta pesas, y amarre un extremo del hilo al portapesas, (el extremo que no tiene ganchito).

3º Sujete el hilo por medio del ganchito al anillo de plástico y pase el hilo por la polea, dejando que la pesa cuelgue libremente.

PROCEDIMIENTO.

1º Mueva una polea, sin separarla de la mesa o sea deslizándola sobre la misma , intentando que el anillo quede exactamente en el centro de la mesa de fuerzas.

2º De no poder lograrlo con una sola polea, mueva una segunda polea hasta lograr que el anillo quede completamente en el centro de la mesa de fuerzas.

3º Realice un esquema de la posición de cada fuerza y su valor. (Ver Fig. 1).

4º Proceda a calcular las componentes de cada fuerza, en cada eje coordenado y llene la tabla de datos . (Fig. 2).

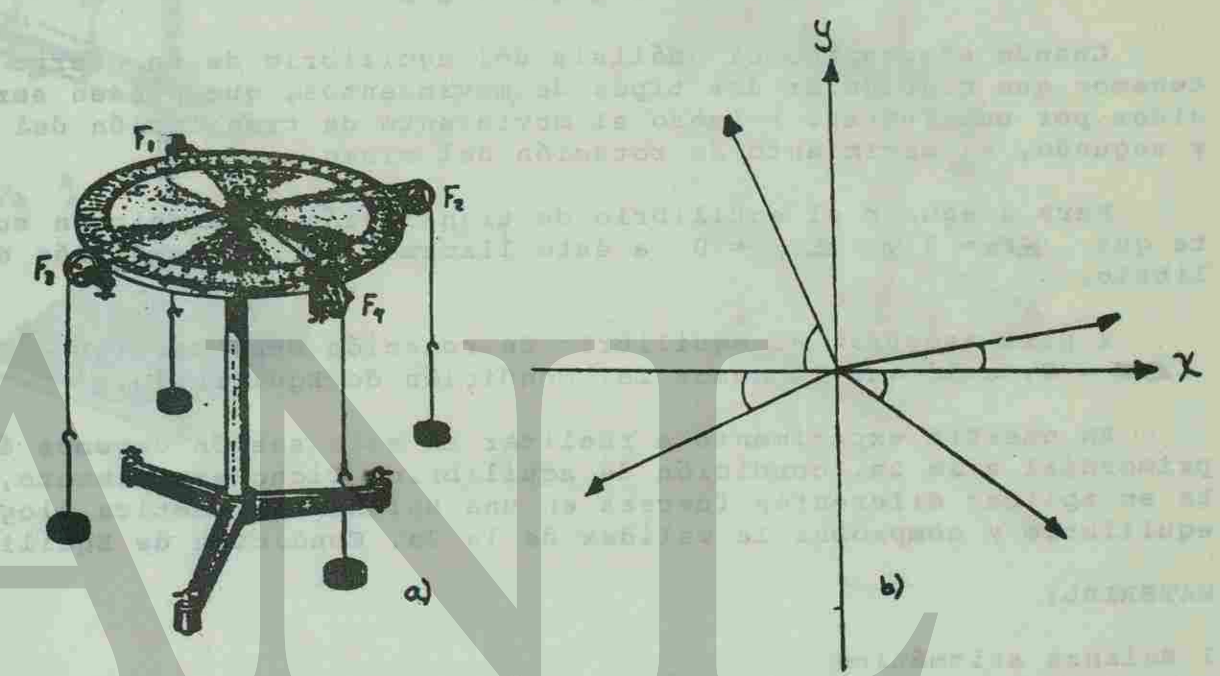


Fig. 1

	θ	F_x	F_y
$F_1 =$			
$F_2 =$			
$F_3 =$			
$F_4 =$			
		$\sum F_x =$	$\sum F_y =$

Fig. 2

PRACTICA No. 5

TITULO: ESTATICA

OBJETIVO: COMPROBAR LA 2a. CONDICION DE EQUILIBRIO

I N T R O D U C C I O N

Cuando efectuamos el análisis del equilibrio de un cuerpo rígido, tenemos que considerar dos tipos de movimientos, que pueden ser producidos por una fuerza. Primero el movimiento de translación del cuerpo y segundo, el movimiento de rotación del mismo.

Para asegurar el equilibrio de translación es condición suficiente que $\Sigma F_x = 0$ y $\Sigma F_y = 0$, a ésto llamamos la 1a. Condición de Equilibrio.

Y para asegurar el equilibrio de rotación debe cumplir con que $\Sigma \tau = 0$, a lo que llamamos 2a. Condición de Equilibrio.

En nuestro experimento a realizar en esta sesión daremos énfasis primordial a la 2a. condición de equilibrio. Dicho experimento, consiste en aplicar diferentes fuerzas en una balanza aritmética, lograr su equilibrio y comprobar la validez de la 2a. Condición de Equilibrio.

MATERIAL:

1 Balanza aritmética
1 Regla graduada en mm.
3 Portapesas
Pesas

FORMA DE COLOCAR EL MATERIAL:

1o. Coloque la balanza aritmética sobre su mesa de trabajo
2o. Coloque las pesas que su maestro le indique en cada portapesas y amarre uno de los extremos del hilo a el portapesas.

PROCEDIMIENTO:

1o. Amarre la pesa que su maestro le indique al gancho de uno de los brazos de la balanza y coloquela a la distancia que su maestro le indique, a partir del centro de la misma.
2o. Tome otra pesa y amarrela a uno de los ganchos del otro lado de la balanza.
3o. Deslice el gancho hasta lograr el equilibrio, y mida la distancia a la que quedó el gancho, a partir del centro (Fig. 1).
4o. Calcule el momento para cada fuerza y la suma de momentos.

5o. Ahora coloque dos pesas en uno de los brazos de la balanza, a las distancias que le indiquen.
6o. Coloque la tercera pesa en el otro brazo de la balanza y deslice el gancho hasta lograr el equilibrio (Fig. 2)
7o. Calcule el momento para cada fuerza y la suma de momentos.

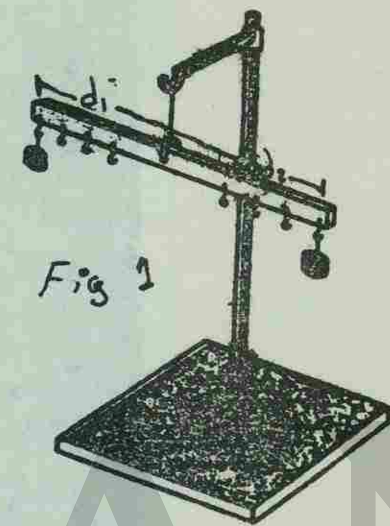


Fig 1

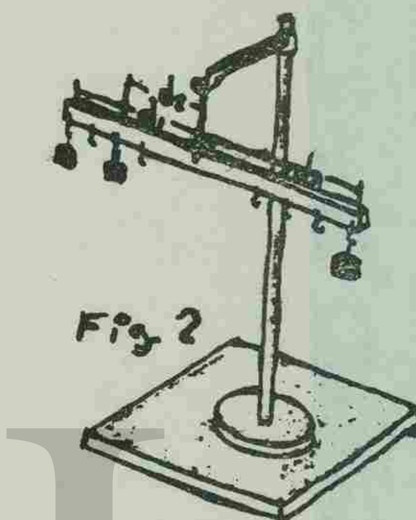


Fig 2