



FÍSICA

Es la ciencia que tiene por objeto el estudio de los cuerpos, sus leyes y propiedades mientras no cambie su composición, así como el de los agentes naturales con los fenómenos que en los cuerpos producen su influencia.

La física puede dividirse de un modo general en dos: Física Experimental y Física Matemática. En la primera, la labor de investigación tiene a obtener sólo datos y axiomas de la Física matemática. Esta última a su vez, partiendo de esos datos experimentales, establece principios de los cuales se deduce, mediante los recursos del cálculo, fórmulas generales.

DEFINICIONES

FENÓMENO

Toda apariencia o manifestación del orden material o espiritual.

ENERGÍA

Causa capaz de transformarse en trabajo mecánico.

MAGNITUD

Tamaño o cantidad de un cuerpo.

MEDIDA

Expresión comparativa de las dimensiones o cantidades.

DIMENSIÓN

Longitud, extensión o volumen de una línea, de una superficie o de un cuerpo, respectivamente. A partir de Einstein, se considera la cuarta dimensión: “el tiempo”.

CANTIDAD

Todo lo que es capaz de un aumento o disminución y puede, por consiguientes, medirse o contarse.

ECUACIONES DIMENSIONALES

Son expresiones de la forma algebraica que, valiéndose de las unidades fundamentales representadas por las letras M, F, L, T, se usa para probar fórmulas, equivalencias o para dar unidades a una respuesta (M: masa; F: fuerza; L: longitud; T: tiempo).

SISTEMAS DE UNIDADES

UNIDADES DEL SISTEMA ABSOLUTO

Sub-sistema	L	M	T
CGS	cm	g	s
MKS	m	kg	s
FPS	pie	lb	s

UNIDADES DEL SISTEMA TÉCNICO, GRAVITACIONAL O PRÁCTICO

Sub-sistema	L	F	T
CGS	cm	g	s
MKS	m	kg	s
FPS	pie	lb	s

UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDA “SI”

UNIDADES DE BASE			
MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO	DIMENSIÓN
Longitud	metro	m	L
Tiempo	segundo	s	T
Masa	kilogramo	kg	M
Intensidad de corriente Eléctrica	amperio	A	I
Temperatura	kelvin	K	θ
Intensidad Luminosa	candela	ca	J
Cantidad de sustancia	mol	mol	N

UNIDADES SUPLEMENTARIAS		
MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
Ángulo	radián	rad
Ángulo sólido	estereo radián	sr

UNIDADES DERIVADAS		
MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
Área	metro cuadrado	m ²
Volumen	metro cúbico	m ³
Densidad	kilogramo por Metro cúbico	kg/m ³
Velocidad	metro por segundo	m/s
Fuerza y peso	newton	N
Presión	pascal	Pa

Ejemplo:

Determinar la ecuación dimensional del peso específico.

Procedimiento:

Sabiendo que: $Pe = \frac{W}{V}$

Pero:

$$W = F = m \cdot a = M \cdot \frac{d}{t^2} = M \frac{L}{T^2} = MLT^{-2}$$

y : $V = L^3$

Sustituyendo en la primera ecuación:

$$Pe = \frac{MLT^{-2}}{L^3}$$

$$Pe = ML^{-2}T^{-2}$$



CONVENCIONES BÁSICAS

- a) La suma o resta de unidades iguales produce la misma unidad:

$$6T + 8T - T - 7T = T$$

- b) Las constantes y los coeficientes numéricos se reemplaza por 1:

$$5M - 6,5M + 9,8M = M$$

$$\pi + 10L = 1 + L = L$$

- c) Se escriben en forma de enteros, si hay denominados se escribe con potencia de signo negativo para darle la forma de entero.

Ejemplo: $\frac{LM}{T^2} = LMT^{-2}$

- d) El signo | | significa “ecuación dimensional de”.

- e) La dimensión de un ángulo o función trigonométrica es un número, como tal dimensionalmente es 1.

$$|60^\circ| = 1$$

$$|\operatorname{cosec} 45^\circ| = 1$$

- f) Dimensionalmente los logaritmos valen 1.

$$|\log 8| = 1$$

$$|\log_n 17| = 1$$

VECTORES

Vector significa “que conduce”. Los vectores sirven para representar: fuerza, velocidad, aceleración, etc.

MAGNITUD

La magnitud expresa el tamaño de un cuerpo o la dimensión de algún fenómeno. Puede ser escalar o vectorial.

MAGNITUD ESCALAR O MODULO

Es aquella que está plenamente determinada por un número y una unidad de medida o especie.

Ejemplos:

i) $L = 18$ yardas

ii) $m = 14$ lb

iii) $t = 6$ semanas

MAGNITUD VECTORIAL

Es aquella que además de tener “un número y una especie” tiene dirección y sentido:

Ejemplos:

i) $\vec{a} = 9,8\text{m/s}^2$

ii) $\vec{F} = 15$ newton

iii) $\vec{V} = 30$ km/h

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UN VECTOR

Se representa por un segmento de una recta orientada. Se utiliza para representar fuerzas, pesos, aceleraciones, etc.



SUMA Y RESTA DE VECTORES

A.- MÉTODOS GEOMÉTRICOS

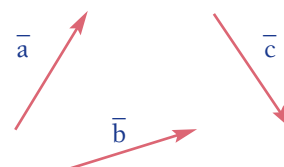
• MÉTODO POLIGONAL O POLÍGONO FUNICULAR

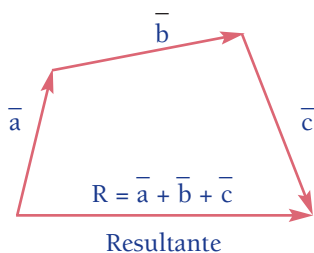
SUMA.- Para sumar vectores:

Se traza, en un mismo plano, los vectores uno a continuación del otro, respetando su magnitud, dirección y sentido se une el origen del primero con el extremo del último y este trazo es la resultante con su magnitud, dirección y sentido.

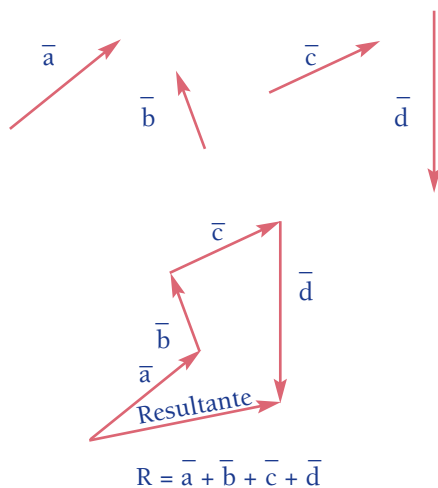
Ejemplos: Sumar los vectores:

i) \vec{a} , \vec{b} y \vec{c}





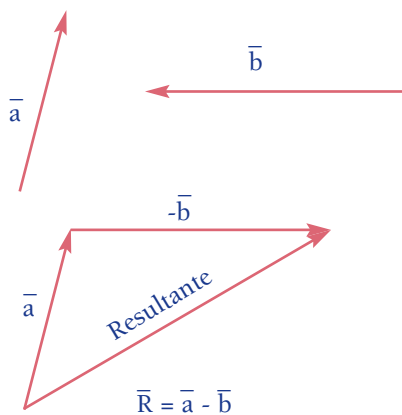
ii) \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , \vec{d}



DIFERENCIA

Se traza el vector minuendo y a continuación el sustraendo **pero en sentido contrario**. Se une el origen del primero con el extremo del segundo y se obtiene la resultante con su magnitud, dirección y sentido.

Ejemplo: Restar $\vec{a} - \vec{b}$



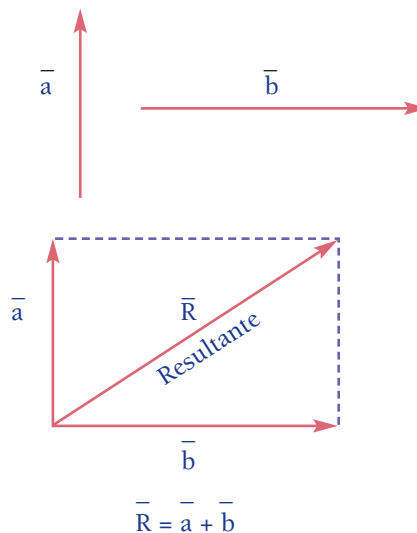
• MÉTODO DEL PARALELOGRAMO

SUMA

Se traza los dos vectores que se va a sumar, partiendo de un mismo punto, luego se completa el paralelogramo; la diagonal es la resultante.

Ejemplo:

Sumar los vectores \vec{a} , \vec{b}

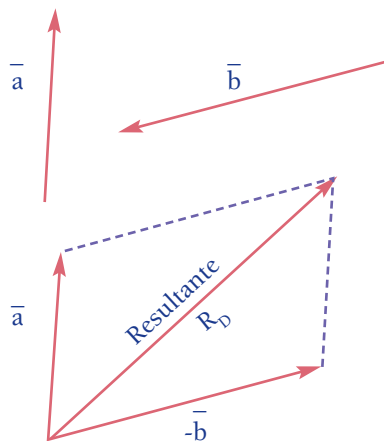


RESTA

Se traza el vector minuendo y luego el vector sustraendo partiendo de ambos del mismo origen pero el sustraendo con sentido contrario. La diagonal del paralelogramo formado es la resultante.

Ejemplo:

Restar: $\vec{a} - \vec{b}$





B.- MÉTODOS ANALÍTICOS

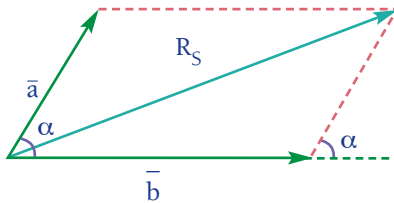
Consiste en calcular algebraicamente la resultante.

• MÉTODO DEL PARALELOGRAMO

SUMA

Resultante de la suma $\vec{a} + \vec{b}$

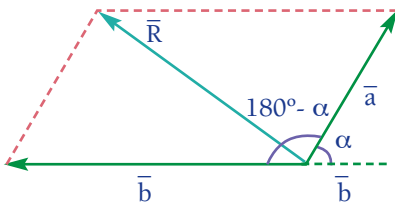
$$R_s = \sqrt{a^2 + b^2 + 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \alpha}$$



RESTA

Resultante de la diferencia $\vec{a} - \vec{b}$

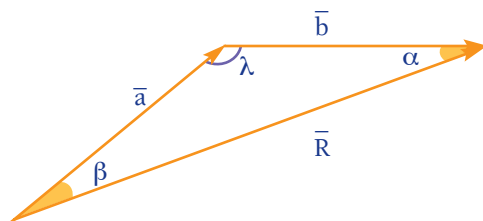
$$R_s = \sqrt{a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \alpha}$$



• RESULTANTE POR LEY DE SENOS

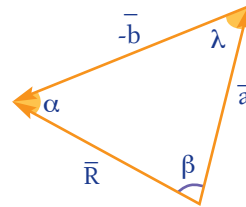
SUMA: Sumar $\vec{a} + \vec{b}$

$$\frac{R}{\sin \lambda} = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta}$$



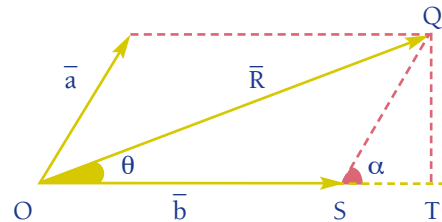
DIFERENCIA: Restar $a - b$

$$\frac{R}{\sin \lambda} = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta}$$



DIRECCIÓN DE LA RESULTANTE

Está dada por el ángulo que forma la resultante con uno de los vectores.



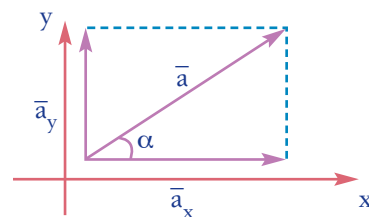
$$\sin \theta = \frac{a \cdot \sin \alpha}{\sqrt{a^2 + b^2 + 2 \cdot a \cdot b \cdot \sin \alpha}}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{a \cdot \sin \theta}{b + a \cdot \cos \theta}$$

DESCOMPOSICIÓN DE UN VECTOR EN SUS ELEMENTOS RECTANGULARES

Por el origen del vector (\vec{a}) que se quiere descomponer, se traza un sistema de ejes perpendiculares (eje rectangulares), sobre estos ejes. Se proyecta el vector, la proyección sobre el eje "x", se llama "componente horizontal a_x ", la proyección sobre el "eje y" se llama "componente vertical a_y ".

Ejemplo:



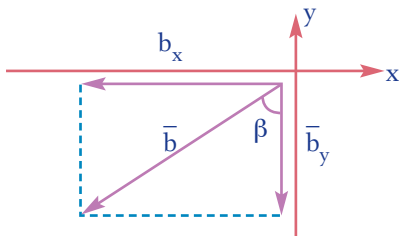
a_x : componente horizontal.

a_y : componente vertical.

Donde: $a_x = a \cos \alpha$

$a_y = a \sin \alpha$

Otro ejemplo:



RESULTANTE POR DESCOMPOSICIÓN RECTANGULAR

Hallar la resultante de $\vec{a} + \vec{b}$

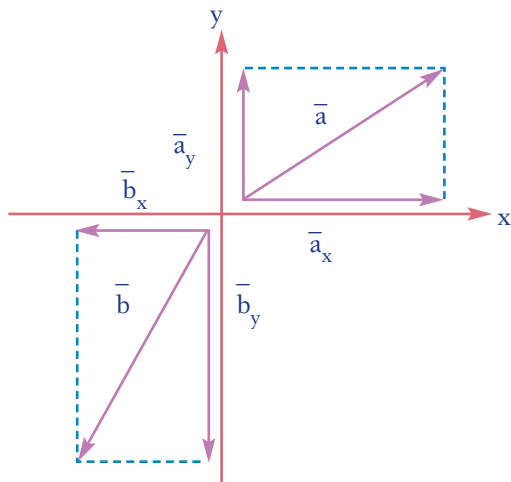
Se descompone a y b en el sistema de ejes rectangulares.

R_x = suma de componentes horizontales.

R_y = suma de componentes verticales.

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

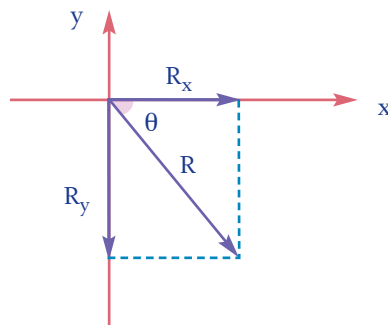
R = resultante final o suma de $\vec{a} + \vec{b}$



Para hallar \vec{R}_x y \vec{R}_y , se suma algebraicamente los vectores que están sobre los ejes x e y:

$$\vec{a}_x + \vec{b}_x = \vec{R}_x$$

$$\vec{a}_y + \vec{b}_y = \vec{R}_y$$



Finalmente:

$$\vec{R}_x + \vec{R}_y = \vec{R} \Rightarrow \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = R$$

DIRECCIÓN DE LA RESULTANTE

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x}$$

MECÁNICA

Mecánica es la parte de la Física que trata del movimiento y de las fuerzas que pueden producirlo, consideradas con toda generalidad, así como del efecto que producen en las máquinas. Tienen tres partes:

1.- Mecánica de sólidos:

- a) Cinemática
- b) Estática
- c) Dinámica

2.- Mecánica de los líquidos:

- a) Hidrostática
- b) Hidrodinámica

3.- Mecánica de los gases:

- a) Neumostática
- b) Neumodinámica

A. CINEMÁTICA

Es el estudio del movimiento de los sólidos, independientemente de las causas que lo originan.



CONCEPTOS

MOVIMIENTO

Acción o efecto del desplazamiento de un cuerpo en un lapso de tiempo con respecto a otro que se supone fijo.

TRAYECTORIA

Es la línea geométrica descrita por las distintas posiciones que va ocupando un punto o cuerpo, que se mueve en un lapso de tiempo.

Según la trayectoria del movimiento puede ser:

- a) Rectilíneo b) Curvilíneo
- c) Circular d) Parabólico

CLASES DE MOVIMIENTO

- a) Uniforme b) Variado
- c) Uniformemente variado

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (M.R.U.)

$$V = \frac{e}{t}$$

Unidades SI: $\frac{m}{s}$

Donde:

V = velocidad o rapidez.

e = distancia recorrida en el tiempo "t".

t = tiempo que dura el movimiento.

MOVIMIENTO VARIADO

Cuando su velocidad o rapidez varía desordenadamente.

VELOCIDAD O RAPIDEZ MEDIA

Es un promedio de las rapidezses de un móvil.

$$V_m = \frac{e_t}{t_T}$$

o:

$$V_m = \frac{e_1 + e_2 + \dots}{t_1 + t_2 + \dots}$$

$$V_m = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (M.R.U.V.)

$$\Delta V = V_f - V_i$$

ΔV = variación de la rapidez o velocidad.

V_f = velocidad o rapidez final.

V_i = velocidad o rapidez inicial.

ACELERACIÓN

$$a = \frac{\Delta V}{t}$$

o:

$$a = \frac{V_f - V_i}{t}$$

Unidades SI: $\frac{m}{s^2}$

RAPIDEZ FINAL CON VELOCIDAD INICIAL

$$V_f = V_i + a \cdot t$$

Unidades: $V = \frac{m}{s}$; $a = \frac{m}{s^2}$; $t = s$

ESPACIO "e" RECORRIDO CON ACCELERACIÓN Y VELOCIDAD INICIAL

$$e = V_i \cdot t \pm \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

cuando $V_i = 0$: $e = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

VELOCIDAD FINAL “ V_f ” EN FUNCIÓN DE V_i , a , e

$$V_f^2 = V_i^2 \pm 2 \cdot a \cdot e$$

$$h = V_i \cdot t \pm gt^2$$

$$V_f = V_i \pm gt$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2gh$$

MOVIMIENTO VERTICAL

Es el movimiento de un cuerpo que sigue la dirección radial de la Tierra. El movimiento es uniformemente variado, la aceleración es la aceleración de la gravedad ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). Cuando el movimiento es “hacia arriba”, la aceleración “ g ” es negativa, cuando el movimiento es “hacia abajo”, la aceleración “ g ” es positiva.

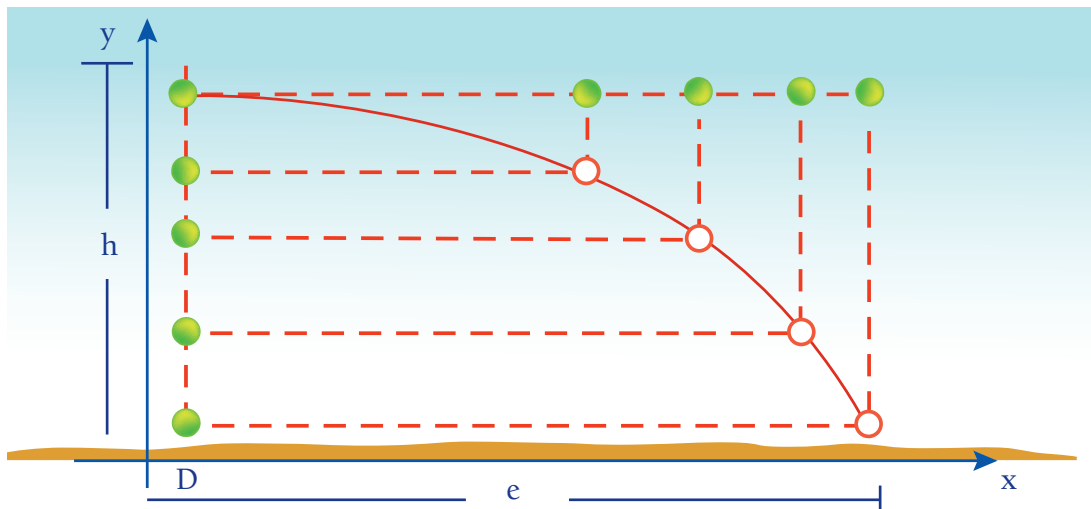
Donde:

h : altura de subida o de caída

g : aceleración de la gravedad ($9,8 \text{ m/s}^2$ o 32 pies/s^2). De subida (-), de bajada (+).

MOVIMIENTO COMPUESTO

Es aquel en el cual existen simultáneamente 2 o más tipos de movimiento. Por ejemplo: movimiento horizontal y vertical a la vez.



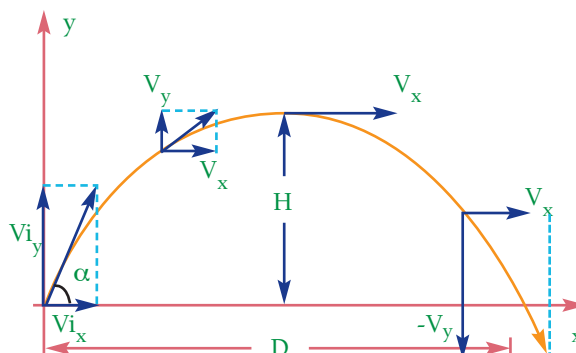
PRINCIPIO DE LA INDEPENDENCIA DE LOS MOVIMIENTOS (Principios de Galileo)

“Si un cuerpo tiene movimiento compuesto, cada uno de los movimientos se cumple como si los demás no existieran”.

MOVIMIENTO PARABÓLICO (Introducción a la balística)

El movimiento de un proyectil en el vacío resulta de la composición de un movimiento horizontal rectilíneo y uniforme, y un movimiento vertical uniformemente variado por la acción de la aceleración de la gravedad.

CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO PARABÓLICO





a) Forma de la trayectoria: “parabola”.

b) Velocidad del movimiento horizontal V_x :
CONSTANTE

$$V_x = V_i \cdot \cos \alpha$$

c) Velocidad vertical V_y : UNIFORMEMENTE
VARIADA

1) Rapidez vertical inicial:

$$V_{iy} = V_i \cdot \sin \alpha$$

2) Rapidez vertical en un punto cualquiera de la
trayectoria, de acuerdo al tiempo.

$$V_y = V_i \sin \alpha \mp g \cdot t$$

d) Tiempo “t” de vuelo cuando “H” decrece hasta
cero.

$$H = V_i \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Entonces, cuando $H = 0$:

$$t = \frac{2V_i \cdot \sin \alpha}{g}$$

e) Tiempo para alcanzar su máxima altura “H”.

La altura es máxima cuando $V_y = 0$

$$\Rightarrow V_y = V_i \cdot \sin \alpha - gt$$

de donde y considerando $V_y = 0$

$$t = \frac{V_i \cdot \sin \alpha}{g}$$

f) Alcance vertical “H”:

$$H = \frac{V_i^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$$

El alcance vertical es máximo cuando $\alpha = 90^\circ$

g) Alcance horizontal “D”

$$H = \frac{V_i^2 \cdot \sin 2\alpha}{2g}$$

El alcance horizontal es máximo cuando $\alpha = 45^\circ$

MOVIMIENTO CIRCUNFERENCIAL UNIFORME (M.C.U.)

Es aquel en el cual la trayectoria es una circunferencia; barre arcos y barre ángulos iguales en tiempos iguales.

PERÍODO

Es el tiempo “t” que tarda un móvil en dar una vuelta a una revolución a la circunferencia.

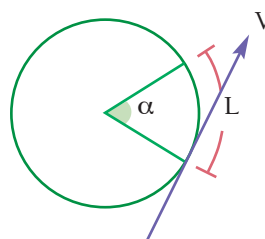
Velocidad lineal “V”:

$$V = \frac{\text{arco “L”}}{t}$$

Velocidad angular “ ω ”

$$\omega = \frac{\text{ángulo “}\alpha\text{”}}{t}$$

Unidades SI: $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$



VELOCIDAD O RAPIDEZ ANGULAR Y PERÍODO

Siendo “T” el período o tiempo empleado por un móvil en dar una vuelta (2π radianes), la velocidad angular es:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD ANGULAR Y LA VELOCIDAD TANGENCIAL

$$V = \omega \cdot R$$

FRECUENCIA "f"

Es la inversa del periodo "t".

$$f = \frac{1}{T}$$

ACELERACIÓN CENTRÍPETA, RELACIÓN CON LA VELOCIDAD TANGENCIAL Y LA VELOCIDAD ANGULAR

$$a_c = \frac{V^2}{R}$$

$$a_c = \omega^2 \cdot R$$

MOVIMIENTO CIRCUNFERENCIAL UNIFORMEMENTE VARIADO (M.C.U.V.)

Es el movimiento circunferencial que tiene aceleración. Su rapidez varía con el tiempo.

ACELERACIÓN ANGULAR "γ"

$$\gamma = \frac{\Delta \omega}{t}$$

$$\gamma = \frac{\omega_f - \omega_1}{t}$$

Unidades SI: $\frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

RELACIONES DE VELOCIDAD O RAPIDEZ FINAL, ÁNGULO RECORRIDO

$$\omega_f = \omega_1 + \gamma t$$

$$\alpha = \omega_1 \cdot t \pm \frac{1}{2} \gamma t^2$$

$$\omega_f^2 = \omega_1^2 \pm 2\gamma \alpha$$

B. ESTÁTICA

Estudia las condiciones que debe cumplirse para que un cuerpo indeformable, sobre el que actúan fuerzas y/o cuplas, se mantenga en equilibrio; es decir para que las fuerzas o cuplas se anulen entre sí.

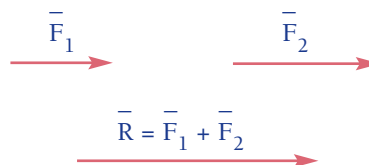
FUERZA

Es una magnitud vectorial que modifica la situación de los cuerpos, variando su estado de reposo o movimiento, variando la velocidad de los cuerpos, aumentando, disminuyendo o variando su dirección. TODA FUERZA APARECE COMO RESULTADO DE LA INTERACCIÓN DE LOS CUERPOS.

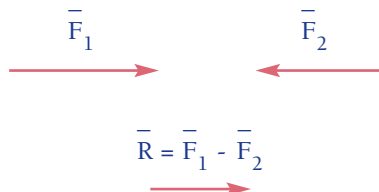
RESULTANTE DE UN SISTEMA DE FUERZAS

También se llama composición de fuerzas. Hay varios casos:

- 1) CUANDO ESTAN EN UN MISMA LINEA DE ACCIÓN y tienen el mismo sentido, la resultante es la diferencia de las fuerzas.



- 2) CUANDO ESTAN EN UNA MISMA LINEA DE ACCIÓN y tienen sentido contrarios, la resultante es la diferencia de las fuerzas.



- 3) CUANDO FORMAN CUPLA con respecto a un mismo eje. **Cupla** es una par de fuerzas paralelas de igual módulo pero de sentidos opuestos.

La resultante tiene las siguientes características:

- a) Su eje de rotación es el mismo que el de los componentes.
- b) Su sentido, es el de la cupla mayor.



c) Su medida, la diferencia de las cuplas.

d) Su punto de aplicación es cualquiera, es un vector libre.

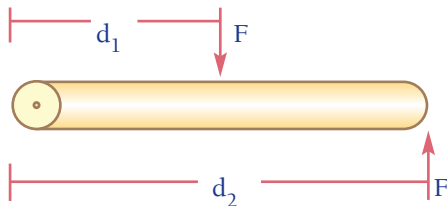
El equilibrio se consigue aplicando una cupla igual y de sentido contrario.

$$\vec{R} = \vec{F}_2 \cdot d_2 - \vec{F}_1 \cdot d_1$$

como $F_1 = F_2 = F$, entonces:

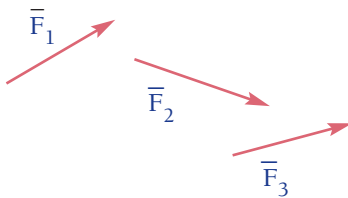
$$\vec{R} = F (d_2 - d_1)$$

Unidades SI: N . m

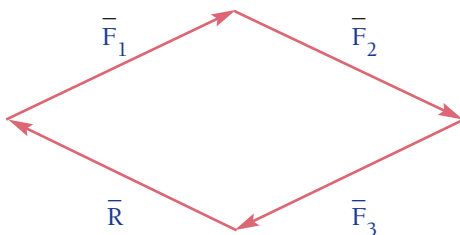


4) CUANDO LAS FUERZAS SON CONCURREN-
TES, las resultantes se halla por el “polígono de
fuerzas”, por el “paralelogramo”, o por el “siste-
ma de ejes cartesianos”.

Ejemplo: Hallar la resultante de las fuerzas de la
figura:

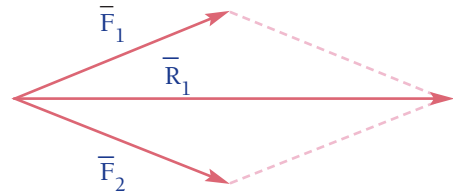


a) Por el método del polígono de fuerzas:

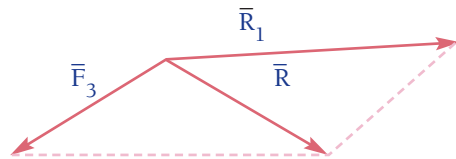


b) Método del Paralelogramo.

(Paso 1)



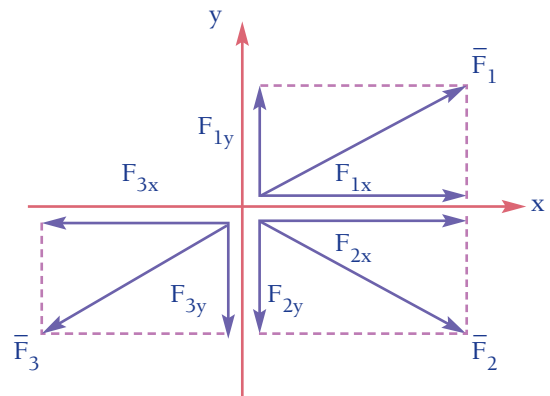
(Paso 2)



$$\bar{R}_1 = \sqrt{\bar{F}_1^2 + \bar{F}_2^2 + 2 \bar{F}_1 \bar{F}_2 \cos \alpha}$$

$$\bar{R}_1 = \sqrt{\bar{R}_1^2 + \bar{F}_3^2 + 2 \bar{R}_1 \bar{F}_3 \cos \beta}$$

c) Método del sistema de ejes coordenados:

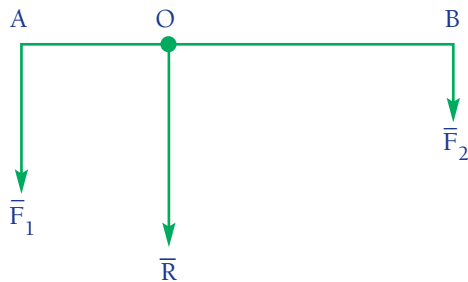


$$1) \Sigma F_x = F_{1x} + F_{2x} - F_{3x}$$

$$2) \Sigma F_y = F_{1y} - F_{2y} - F_{3y}$$

$$\bar{R} = \sqrt{(\Sigma \bar{F}_x)^2 + (\Sigma \bar{F}_y)^2}$$

5) CUANDO SON PARALELAS Y DEL MISMO SENTIDO, las características de la resultante son:



Su recta de acción es paralela a las fuerzas.

Su sentido, el sentido de las fuerzas.

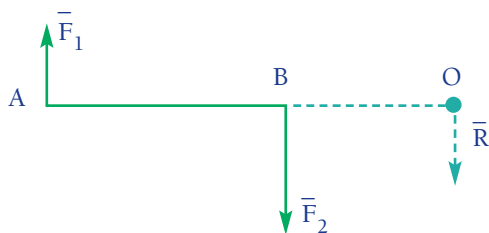
Su medida, la suma.

Su punto de aplicación está situado en un punto que divide a la barra que une las fuerzas en segmentos inversamente proporcionales a las fuerzas (Relación de Stevin).

Sea O el punto de aplicación de la resultante, entonces:

$$\frac{F_1}{BO} = \frac{F_2}{AO} = \frac{R}{AB}$$

6) CUANDO SON PARALELAS Y DE SENTIDO CONTRARIO, las características de la resultante son:



Su recta de acción paralela a las fuerzas.

Su sentido es el de la fuerza mayor.

Su medida, la diferencia.

Su punto de aplicación está situado en un punto que divide a la barra que une las fuerzas en segmentos inversamente proporcionales a las fuerzas (Relación de Stevin).

Sea O el punto de aplicación de la resultante, entonces:

$$\frac{F_1}{BO} = \frac{F_2}{AO} = \frac{R}{AB}$$

CONDICIONES DE EQUILIBRIO EN UN CUERPO

• PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO O EQUILIBRIO DE TRASLACIÓN

Cuando un cuerpo está en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme, la suma de todas las fuerzas ejercidas sobre él debe ser igual a cero.

$$\Sigma F = 0$$

Cuando la fuerzas se descomponen en sus componentes rectangulares se debe tener que:

$$\Sigma F_x = 0$$

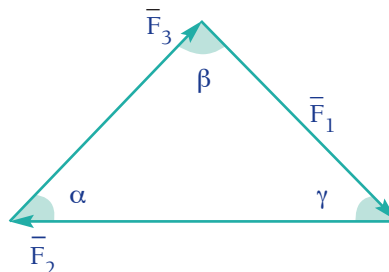
$$\Sigma F_y = 0$$

NOTA IMPORTANTE

Un cuerpo está en reposo cuando soporta las acciones de tres fuerzas concurrentes que se anulan.

TEOREMA DE LAMY O LEY DE LOS SENOS

“En un triángulo funicular. los lados que representan las fuerzas son proporcionales a los senos de los ángulos opuestos”.



$$\frac{F_1}{\text{sen } \alpha} = \frac{F_2}{\text{sen } \beta} = \frac{F_3}{\text{sen } \gamma}$$



MOMENTO DE FUERZA

Con respecto a un punto O con respecto a un eje, se calcula así:

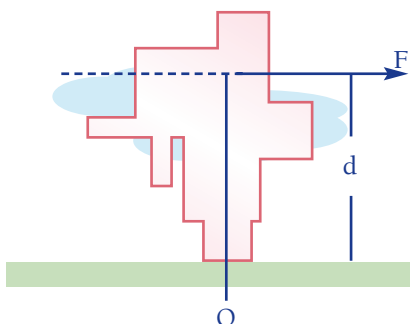
$$M_o = F \cdot d$$

Unidades SI: $\text{n} \cdot \text{m}$

O: punto de giro(o apoyo)

F: fuerza

d: distancia del punto de giro a la fuerza



SEGUNDA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO O EQUILIBRIO DE ROTACIÓN

Cuando un cuerpo permanece en reposo o, cuando rota con velocidad uniforme, la suma de todos los momentos debe ser cero:

$$\Sigma M = 0$$

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (D.C.L.) O DIAGRAMA LIBRE

Es un gráfico donde se indica TODAS LAS FUERZAS que se actúan sobre el cuerpo. Precisamente, las características del D.C.L. es que todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo concurren a un punto común.

Ejemplo: Sea el sistema:

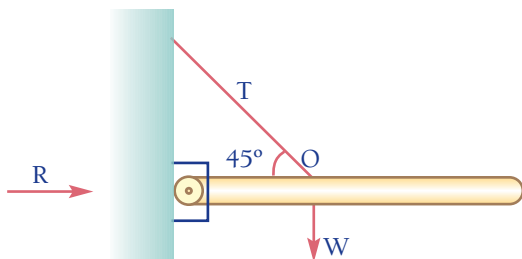
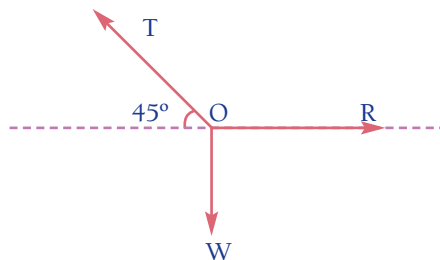


Diagrama del cuerpo libre:



Donde:

T = tensión del cable que “soporta” la barra.

R = reacción de la pared “sobre” la barra.

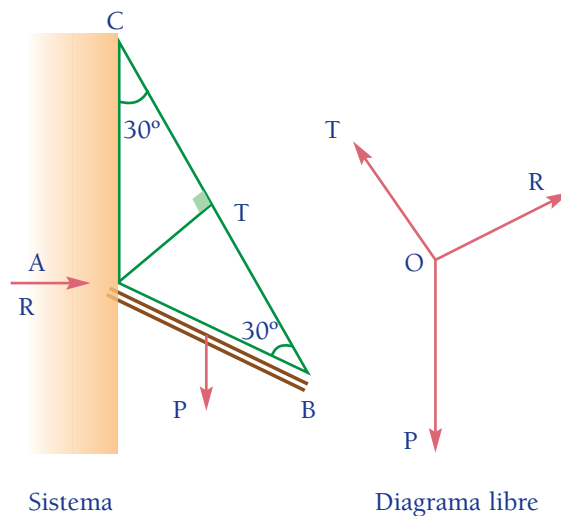
W = peso de la barra, “atracción” que la Tierra ejerce sobre la barra.

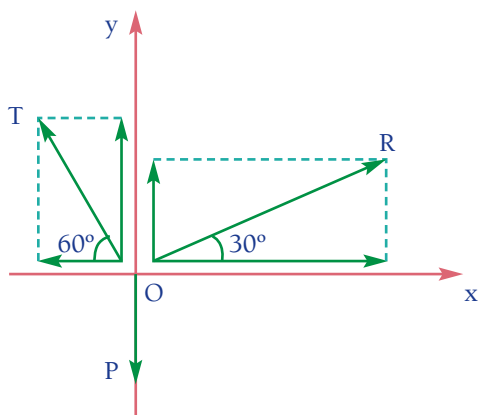
O= punto de concurrencia de las fuerzas.

DESCOMPOSICIÓN DE FUERZAS EN SUS COMPONENTES RECTANGULARES

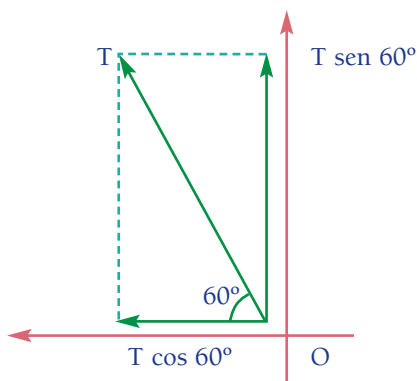
El procedimiento indica que las fuerzas de un sistema en equilibrio se grafique en un DIAGRAMA de CUERPO LIBRE. El punto de concurrencia de estas fuerzas se hace coincidir con el punto de intersección de un Sistema de ejes rectangulares. Cada una de las fuerzas se proyecta sobre los ejes “x” e “y” del sistema rectangular, hallando las componentes de las fuerzas sobre los ejes “x” e “y”.

Ejemplo:

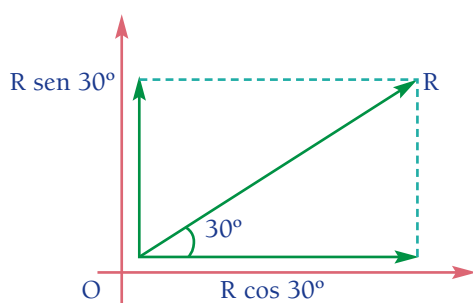




Descomposición sobre los ejes x e y



Descomposición de T



Descomposición de R

MÁQUINAS SIMPLES

Una máquina simple es un mecanismo o conjunto de mecanismos que mediante fuerzas mecánicas, transforma un trabajo motor en trabajo útil.

Hay dos tipos: máquinas simple tipo palanca y máquinas simples tipo plano inclinado.

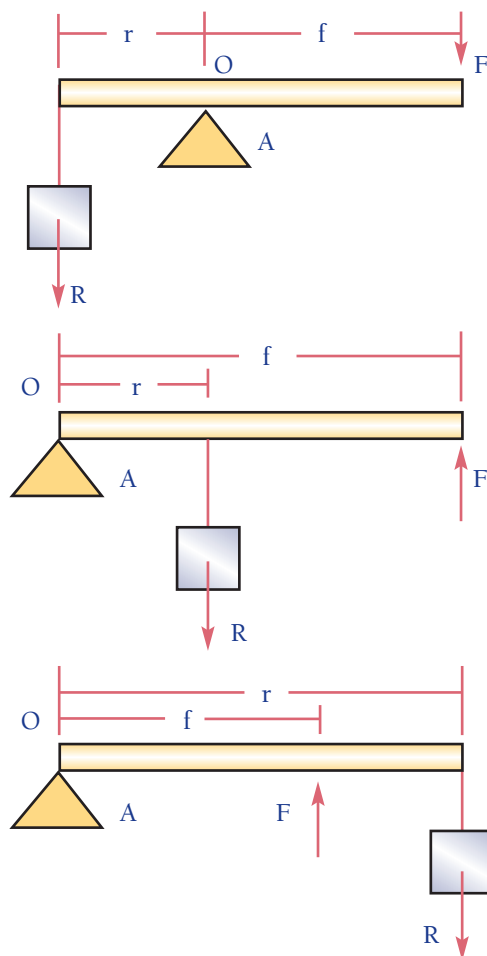
Tipo palanca	Palanca
	Poleas
	Tornos
Tipo plano inclinado	Plano inclinado
	Cuña
	Tornillo

A) TIPO PALANCA

PALANCA

Es una barra rígida sometida a dos esfuerzos (Resistencia “R” y fuerza “F”) y apoyada en un punto.

Según la posición de la resistencia “R”, fuerza “F” y punto de apoyo “A”, puede ser: inter-apoyantes, inter-resistentes e interpotentes.





Donde:

R = resistencia

A = apoyo

F = fuerza de acción

CONDICIONES DE EQUILIBRIO DE LA PALANCA

$\sum M_o = 0$ que es lo mismo que:

$$R \cdot r = F \cdot f$$

Donde:

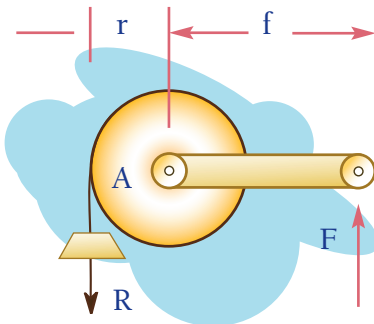
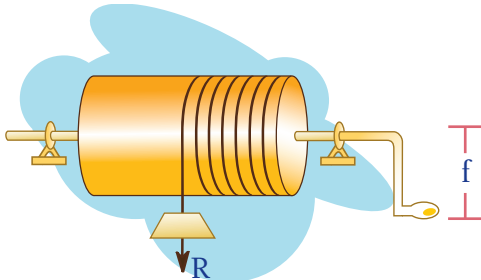
r = brazo de resistencia

f = brazo de fuerza

TORNO O CABRESTANTE

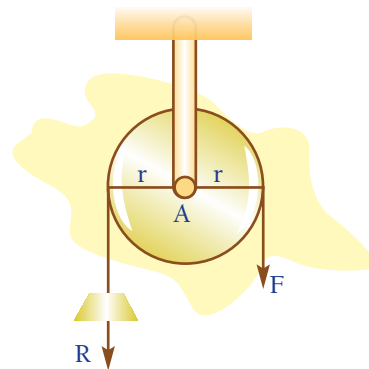
Es una palanca inter-apoyante.

$$R \cdot r = F \cdot f$$



POLEA FIJA

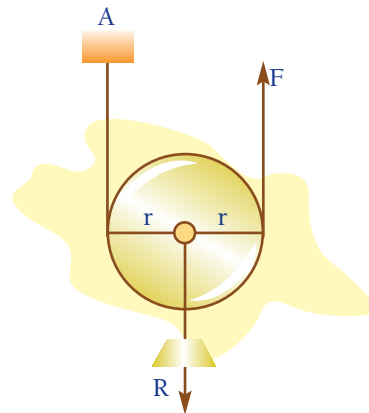
Es una palanca inter-apoyante. No ahorra fuerza.



$$R = F$$

POLEA MÓVIL

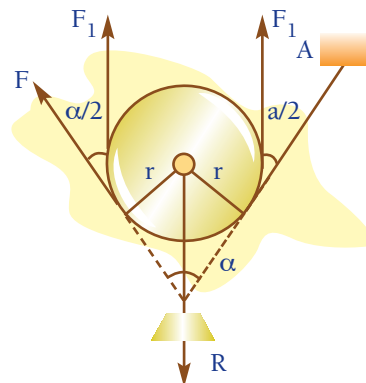
Es una palanca inter-resistente.



$$F = \frac{R}{2}$$

POLEA MÓVIL DE FUERZAS NO PARALELAS

Es una palanca inter-resistente.



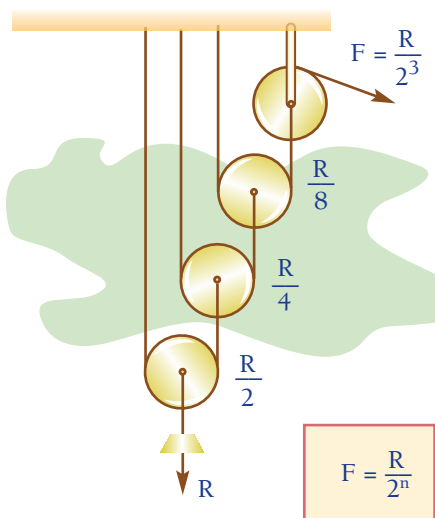
$$F = \frac{R}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

POLIPASTO

Son de tres clases: Aparejo potencial o trocla, aparejo factorial o motón y aparejo diferencial o tecla.

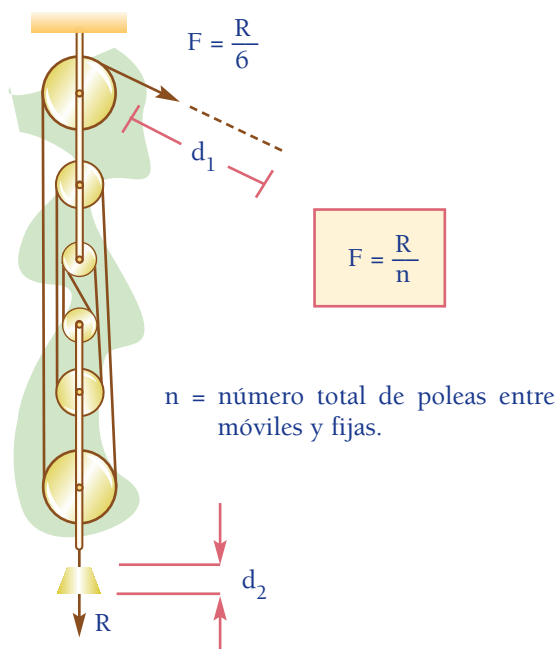
a) APAREJO POTENCIAL O TROCLA

Es un conjunto de poleas móviles con una fija.



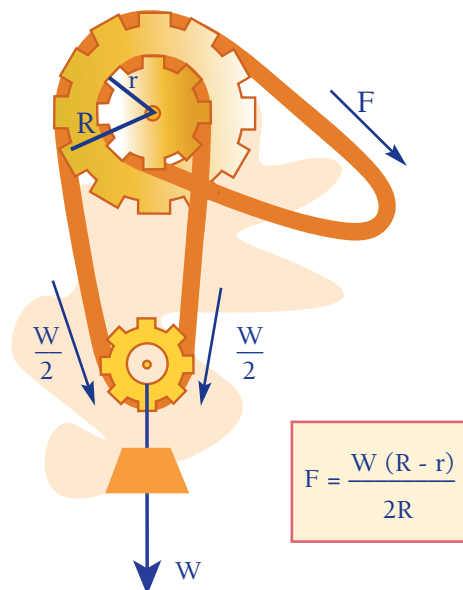
b) APAREJO FACTORIAL O MOTÓN

Es un conjunto de poleas móviles y un conjunto de poleas fijas.



c) APAREJO DIFERENCIAL O TECLE

Consta de una polea con 2 diámetros distintos y con periferias dentadas y una polea fija también con perimetro dentado, la cual lleva la carga.

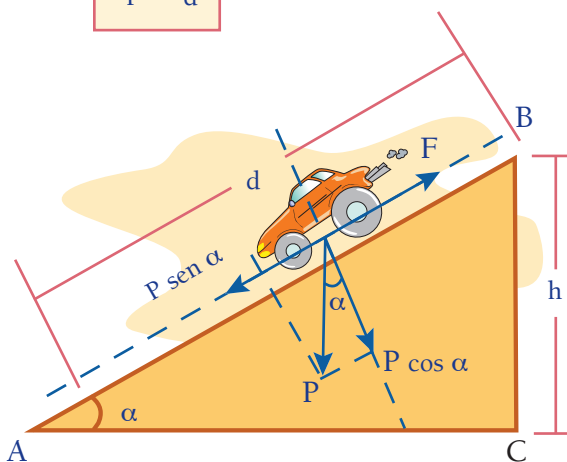


B) TIPO PLANO INCLINADO:

1. PLANO INCLINADO

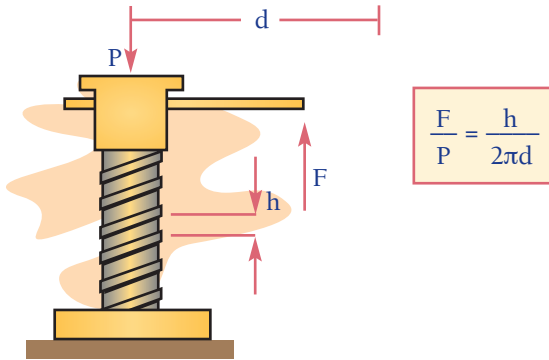
Como su nombre lo indica es un plano inclinado que forma un ángulo α con la horizontal.

$$\frac{F}{P} = \frac{h}{d}$$



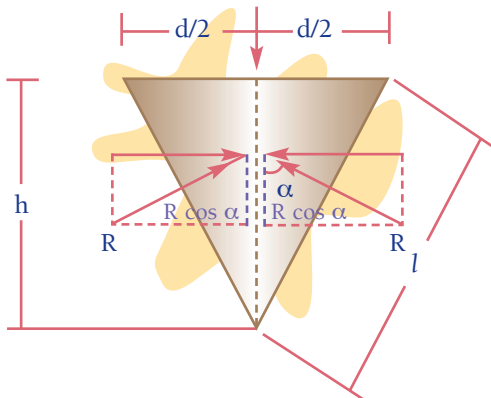


2.- TORNILLO, GATO O CRIC



3.- CUÑA

Es una pieza mecánica que puede tener la forma de un cono o una cuña propiamente dicha.



$$F = \frac{2Rd}{\sqrt{d^2 + 4h^2}}$$

VENTAJA Y RENDIMIENTO MECÁNICO

a) Ventaja mecánica actual o real “ V_A ”

$$V_A = \frac{W}{F}$$

W = peso o resistencia que vencer

F = fuerza real empleada para vencer “W”

b) Ventaja mecánica ideal “ V_i ”

$$V_i = \frac{f}{r}$$

f = desplazamiento de la máquina en vacío.

r = desplazamiento de la máquina en carga.

c) Rendimiento mecánico.-

$$Re = \frac{T_u}{T_m}$$

$$Re = \frac{V_A}{V_i}$$

T_u = trabajo útil realizado por la máquina.

T_m = trabajo motor o trabajo recibido por la máquina.

C) DINÁMICA

Parte de la mecánica que trata de las leyes del movimiento en relación con las fuerzas que lo producen. Se divide en Hidrodinámica, que se ocupa de la mecánica de los líquidos, Aerodinámica o dinámica de los gases y Dinámica de los puntos o de los cuerpos rígidos.

PRINCIPALES CONCEPTOS

FUERZA

Es un concepto matemático, que se puede definir como todo aquello que modifica el estado de movimiento de un cuerpo. TODA FUERZA APARECE COMO RESULTADO DE LA INTERACCIÓN DE LOS CUERPOS.

MASA

Es la cantidad de materia que hay en un cuerpo. Un concepto más cabal: masa es la medida de la inercia de un cuerpo, a mayor masa mayor inercia.

PESO

Es la “fuerza” que hace la Tierra para atraer la masa de un cuerpo hacia su centro.

RELACIÓN ENTRE PESO Y MASA

$$m = \frac{P}{g}$$

Unidades SI: $\frac{N}{m/s^2} = kg$

m = masa, en kg

P = peso de la masa "m", en N

g = aceleración de la gravedad terrestre; en m/s²

La unidad de masa del SI es el KILOGRAMO "kg":

$$kg = \frac{N}{\frac{m}{s^2}} \Rightarrow N = kg \cdot \frac{m}{s^2}$$

∴ 1 KILOGRAMO "kg".- Es la masa que hay en 1 dm³ de agua pura a 4 °C.

SEGUNDA LEY DE NEWTON

La aceleración que adquiere un cuerpo de masa "m", bajo la acción de una fuerza "F", es directamente proporcional a la fuerza "F" e inversamente proporcional a la masa "m".

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

UNIDADES DE FUERZA

1 NEWTON:(unidad de fuerza del SI):

Es la fuerza que se aplica a 1 kg para provocarle la aceleración de 1m/s².

$$1N = 1kg \cdot \frac{m}{s^2}$$

1 DINA:

Es la fuerza que se aplica a 1 g para provocarle la aceleración de 1 cm/s².

$$1 \text{ dina} = 1 \text{ g} \cdot \frac{cm}{s^2}$$

1 POUNDAL:

Es la fuerza que se aplica a 1 lib-masa para provocarle la aceleración de 1pie/s².

$$1 \text{ Pوندال} = 1 \text{ lib} - m \cdot \frac{pie}{s^2}$$

1 LIBRA- FUERZA:

Es la fuerza que se aplica a 1 slug para provocarle la aceleración del pie/s².

$$1 \text{ lib} - f = 1 \text{ slug} \cdot \frac{pie}{s^2}$$

1 slug = 32,2 lib - masa

RESUMEN

El sistema oficial es SI, los demás son sólo referenciales:

SISTEMA	MASA	FUERZA
SI	kg	$N = kg \cdot \frac{m}{s^2}$
aceptadas por SI	g	$dina = g \cdot \frac{cm}{s^2}$
F.P.S.	lib-m	$pوندال = lib-m \cdot \frac{pie}{s^2}$
Tec. Inglés	slug	$lib-f = slug \cdot \frac{pie}{s^2}$

EQUIVALENCIAS DE UNIDADES DE MEDIDA DE MASA Y FUERZA

1 kg = 1 000 g	1N = 10 ⁵ dinas
1 slug = 32,2 lib-m	1N = 0,224 lib-f
	1 lib-f = 32,2 pوندال



ROZAMIENTO, FUERZA DE ROZAMIENTO O FRICCIÓN

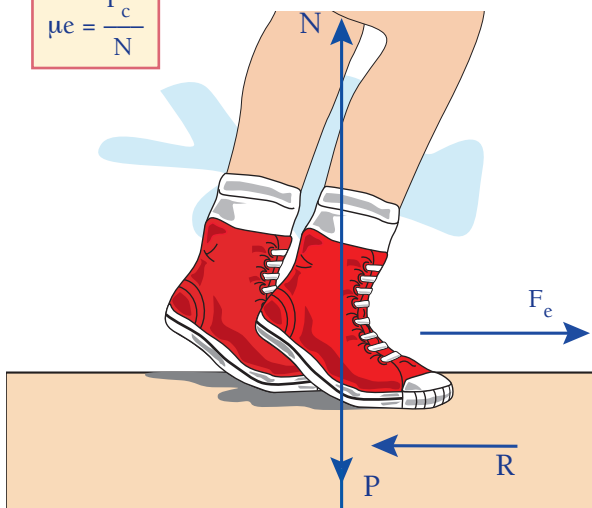
Es una fuerza tangencial que está presente entre dos superficies en contacto y que se opone al movimiento relativo (desplazamiento) de uno con respecto al otro. Puede ser rozamiento estático o cinético.

$$\mu_e = \frac{F_e}{N}$$

o

$$\mu_e = \frac{R}{N}$$

$$\mu_e = \frac{F_c}{N}$$



μ_e = coeficiente de rozamiento estático (cuando están en reposo).

μ_c = coeficiente de rozamiento cinético (cuando están en movimiento).

$F_e = R$ = fuerza mínima para romper el estado de reposo.

F_c = Fuerza necesaria para mantener un cuerpo en movimiento.

N = fuerza perpendicular al plano de apoyo de un cuerpo.

P = peso de un cuerpo, el vector que lo representa siempre está dirigido al centro de la Tierra. (Es vertical).

NOTA: Con frecuencia se usa μ por μ_e

DINÁMICA DE LA ROTACIÓN O ROTACIÓN DINÁMICA

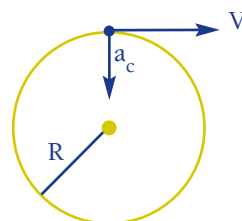
Es el estudio de la rotación o giro de una masa material "m" alrededor de un punto.

DINÁMICA CIRCUNFERENCIAL

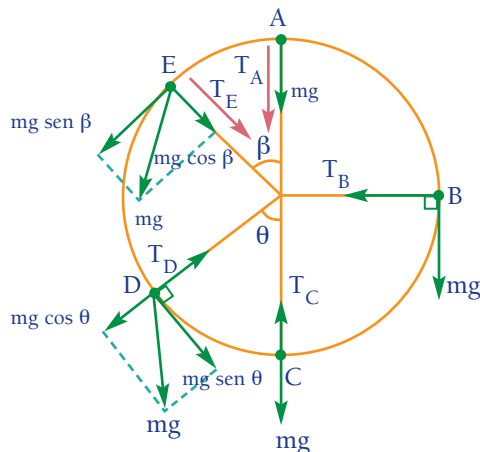
Un cuerpo en rotación siempre tiene una aceleración centrípeta " a_c ". La fuerza centrípeta " F_c " ocasiona la presencia de la aceleración centrípeta.

La fuerza centrípeta nunca es una fuerza independiente aplicada a un cuerpo, es la resultante de todas las fuerzas radiales aplicadas al cuerpo.

$$a_c = \frac{V^2}{R}$$



La TENSIÓN de una cuerda que sirve de radio de giro en un movimiento circular de un plano, varía con la posición del cuerpo que gira. Así:



En A : $T_A = F_c - m \cdot g$

En B : $T_B = F_c$

En C : $T_C = F_c + m \cdot g$

En D : $T_D = F_c + m \cdot g \cdot \cos \theta$

En E : $T_E = F_c - m \cdot g \cdot \cos \beta$

Donde:

$$F_c = F_{RAD} - m \cdot a_c = m \cdot \frac{V^2}{R}$$

m = masa que rota, en kg

γ = aceleración angular, en s^{-2}

R = radio rotación, en m

MOMENTO DE INERCIA: "I"

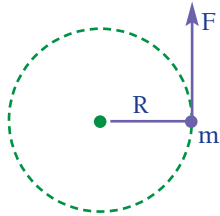
Es la resistencia que ofrece a la rotación de un cuerpo.

$$I = m \cdot R^2 \quad (II)$$

Comparando (I) con (II):

$$M = \gamma \cdot I$$

MOMENTO DINÁMICO DE ROTACIÓN: "M"



$$M = m \cdot \gamma \cdot R^2 \quad (I)$$

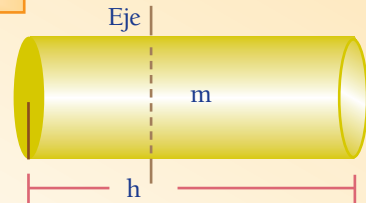
MOMENTOS DE INERCIA DE ALGUNOS SOLIDOS

$$I = \frac{m \cdot R^2}{2}$$



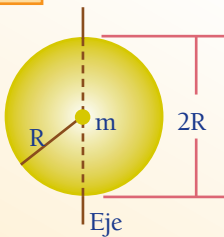
Cilindro macizo con respecto a su eje.

$$I = \frac{m \cdot R^2}{4} + \frac{m \cdot h^2}{12}$$



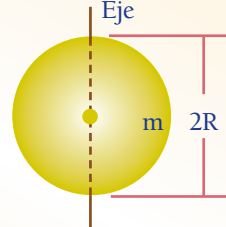
Cilindro macizo con respecto a un diámetro central.

$$I = \frac{2}{5} m \cdot R^2$$



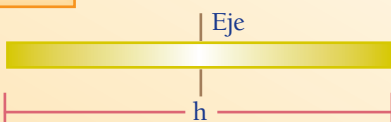
Esfera maciza con respecto a un diámetro cualquiera (eje).

$$I = \frac{2}{3} m \cdot R^2$$



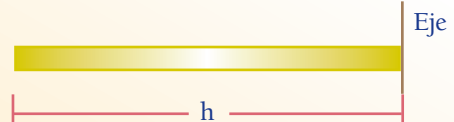
Cascarón esférico muy delgado con respecto a un diámetro cualquiera (eje).

$$I = \frac{m \cdot h^2}{12}$$



Varilla delgada respecto a un eje que pasa por el centro y perpendicular a la longitud.

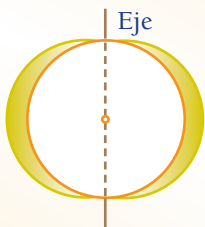
$$I = \frac{m \cdot h^2}{3}$$



Varilla delgada respecto a un eje que pasa por un extremo perpendicular a la longitud.

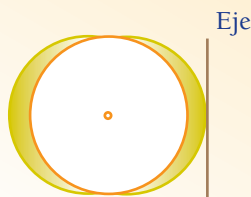


$$I = \frac{m \cdot R^2}{2}$$



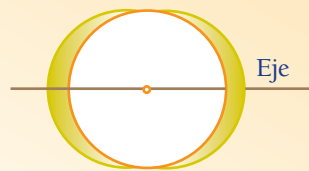
Aro con respecto a cualquier diámetro (eje).

$$I = \frac{3}{2} m \cdot R^2$$



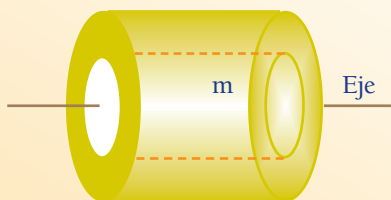
Aro con respecto a cualquier línea tangente (eje).

$$I = m \cdot R^2$$



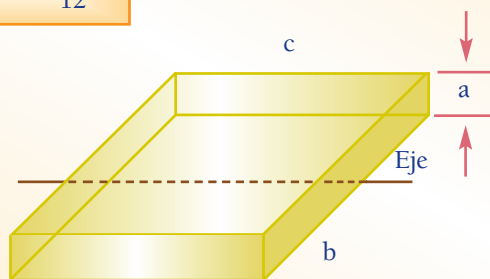
Aro con respecto a su eje

$$I = \frac{m}{2} (R^2 + r^2)$$



Cilindro anular (o anillo) con respecto al eje del cilindro.

$$I = m \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$$



Paralelepípedo con respecto al eje central.

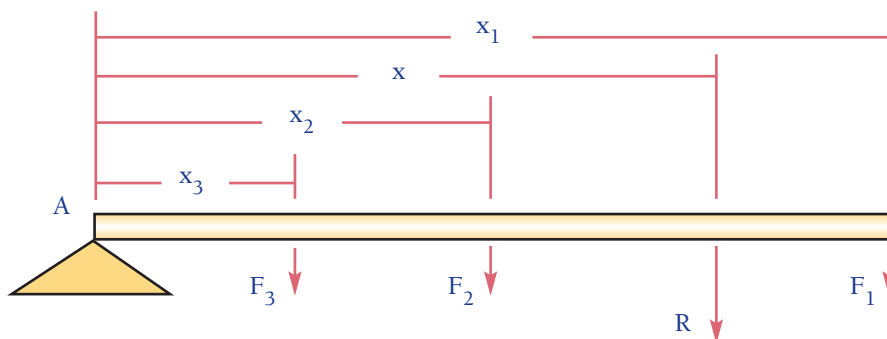
CENTRO DE GRAVEDAD

Es el punto donde se supone está concentrado todo el peso de un cuerpo.

TEOREMA DE VARIGNON

“En cualquier sistema de fuerzas se cumple que, la **suma de todos los momentos** producidos por las fuerzas componentes, **con respecto a un punto**, es igual al momento producido por la fuerza resultante con respecto al mismo punto”.

Tomando momentos con respecto al punto “A”:



Expresión que sirve para calcular el punto de aplicación de las resultantes.

$$F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 + F_3 \cdot x_3 = Rx$$

∴

$$x = \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 + F_3 \cdot x_3}{R}$$

POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD

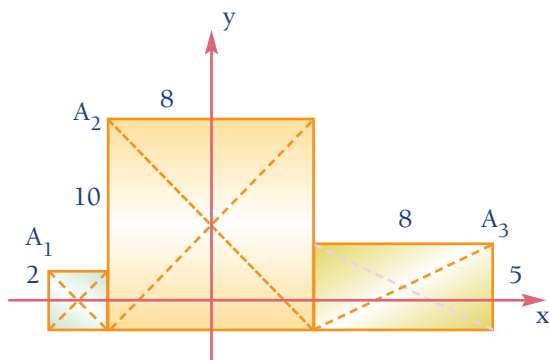
Se determina con respecto a un sistema de ejes coordenados (x_g, y_g) mediante la relación: C.G. (x, y)

$$x_g = \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

$$y_g = \frac{F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

Ejemplo:

Hallar las coordenadas del centro de gravedad de la figura:



Los pesos o fuerzas “F” son perpendiculares a las áreas “A”:

$$A_1 = 2 \cdot 2 = 4 \quad ; \quad x_1 = -5 \quad , \quad y_1 = 0$$

$$A_2 = 10 \cdot 8 = 80 \quad ; \quad x_2 = 0 \quad , \quad y_2 = 4$$

$$A_3 = 8 \cdot 5 = 40 \quad ; \quad x_3 = 8 \quad , \quad y_3 = 1,5$$

$$x_g = \frac{A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2 + A_3 \cdot x_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$y_g = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

Sustituyendo valores numéricos:

$$\therefore x_g = \frac{4(-5) + 80 \cdot 0 + 40 \cdot 8}{4 + 80 + 40} = 2,42$$

$$y_g = \frac{4 \cdot 0 + 80 \cdot 4 + 40 \cdot 1,5}{4 + 80 + 40} = 3,06$$

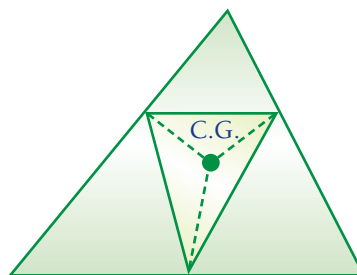
CENTROS DE GRAVEDAD DE FIGURAS GEOMÉTRICAS

DE PERÍMETROS:

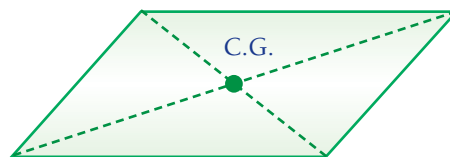
De una línea: es el punto medio.



Del perímetro de un triángulo: es la intersección de las bisectrices del triángulo formado al unir los puntos medios de los lados.

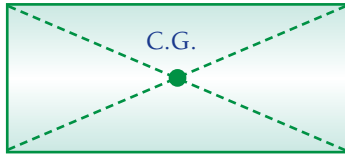


De un paralelogramo: es la intersección de las diagonales.

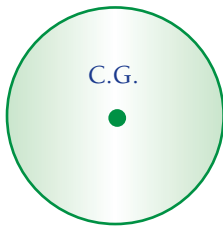




De un rectángulo: es la intersección de las diagonales.

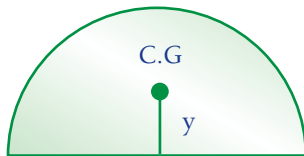


De una circunferencia: es su centro.



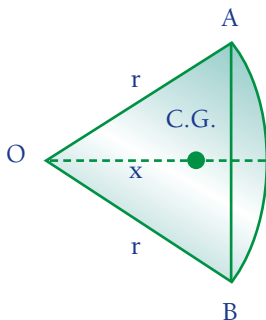
De una semicircunferencia: está a $2r/\pi$ de la base.

$$y = \frac{2r}{\pi}$$



De un arco de circunferencia:

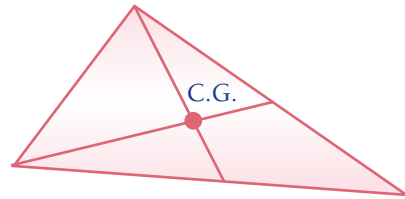
está a $r \cdot \frac{\text{cuerda}}{\text{arco}}$; del centro.



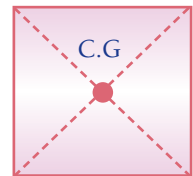
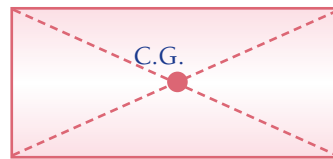
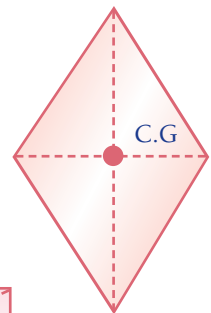
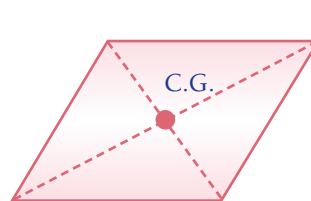
$$x = \frac{AB (\text{cuerda})}{AB (\text{arco})}$$

DE ÁREAS:

De un triángulo: es la intersección de las medianas, a $1/3$ de la base.



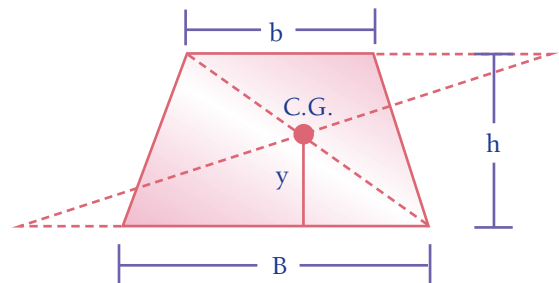
De un paralelogramo: rombo, rectángulo y cuadrado, es la intersección de las diagonales.



Trapezio:

$$y = \frac{B + 2b}{B + b} \cdot \frac{h}{3}$$

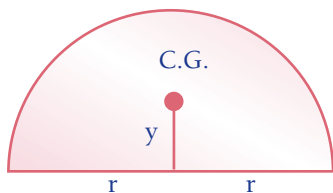
De la base mayor.



De un semicírculo:

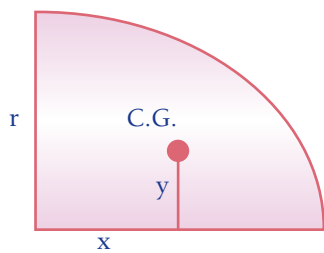
$$y = \frac{4r}{3\pi}$$

De la base



De un cuadrante de círculo:

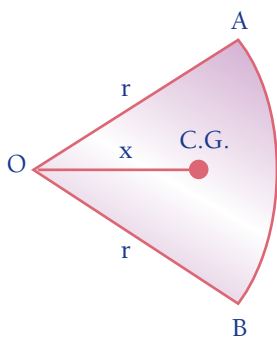
$$x = y = \frac{4r}{3\pi}$$



De un sector circular:

$$x = \frac{2 \text{ cuerda AB}}{3 \text{ arco AB}} \cdot r$$

Del centro

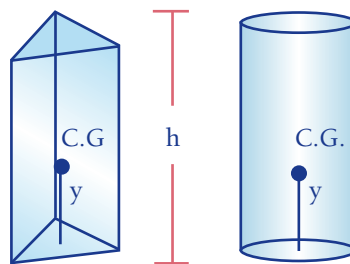


DE VOLUMENES:

De un prisma o cilindro, en eje:

$$y = \frac{h}{2}$$

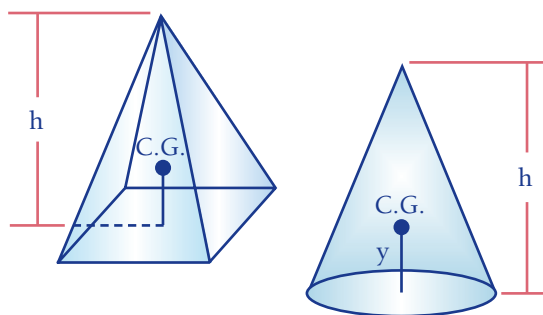
De la base



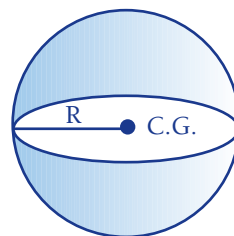
Pirámide o cono, en el eje:

$$y = \frac{h}{4}$$

De la base



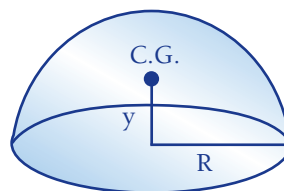
De una esfera, es el centro de la figura.



De una semiesfera:

$$y = \frac{3R}{8}$$

De la base.



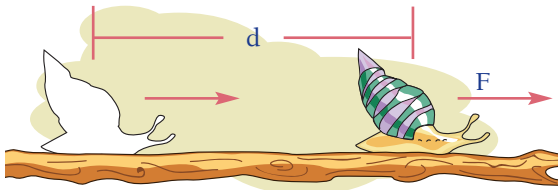


TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

A) TRABAJO

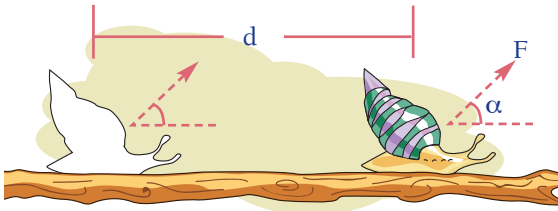
Es lo realizado por una fuerza, aplicada sobre una masa, cuando la desplaza una distancia. El trabajo es una magnitud escalar.

$$T = F \cdot d \quad \text{Unidades SI: N.m.}$$



En general:

$$T = f \cdot d \cdot \cos \alpha$$



UNIDADES DE TRABAJO

La unidad SI de trabajo es el JOULE “J”. Un submúltiplo es el ERGIO “erg”.

1 JOULE (Unidad SI)

Es el trabajo realizado por la fuerza de 1 newton que, aplicado sobre un cuerpo lo desplaza una distancia de 1 m.

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$$

1 ERGIO “erg” (No es unidad SI)

Es el trabajo realizado por la fuerza de 1 dina, que aplicada a un cuerpo lo desplaza una distancia de 1 cm.

$$1 \text{ erg} = 1 \text{ dina} \cdot 1 \text{ cm}$$

EQUIVALENCIAS DE UNIDADES DE TRABAJO

$$1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg}$$

B) POTENCIA

Es el trabajo realizado en un tiempo determinado:

$$P = \frac{T}{t}$$

Donde:

P = potencia media.

T = trabajo realizado por una fuerza, en J.

t = intervalo de tiempo empleado, en s.

UNIDADES DE POTENCIA

La unidad de potencia es el watt “W”

1 WATT “W”

Es el trabajo realizado por 1 joulio en 1 segundo.

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

1 H.P. (Horse Power)

Es el trabajo realizado por 735 N.m en 1 segundo.

$$1 \text{ H.P.} = \frac{735 \text{ N} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

o:

$$1 \text{ H.P.} = \frac{735 \text{ J}}{\text{s}}$$

C) ENERGÍA

Es la capacidad que tiene todo cuerpo para realizar un trabajo. Puede ser: Energía Potencial y Energía Cinética.

ENERGÍA POTENCIAL (E_p)

Es la capacidad almacenada para realizar un trabajo que tiene un cuerpo en reposo, en virtud a su peso y a su altura, con respecto a un nivel de referencia.

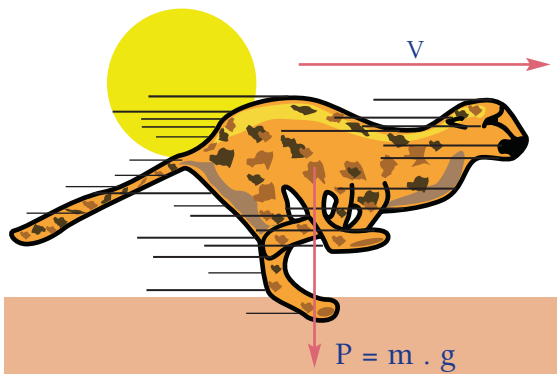
$$E_p = P \cdot h$$



ENERGÍA CINÉTICA (E_c)

Es la capacidad que tiene un cuerpo, en movimiento, para realizar un trabajo en virtud a su masa "m" y a su velocidad "V".

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot V^2$$



NOTA.-

Las unidades de medida son iguales a las de trabajo.

TRABAJO TRANSFORMADO O ENERGÍA TRANSFORMADA. CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

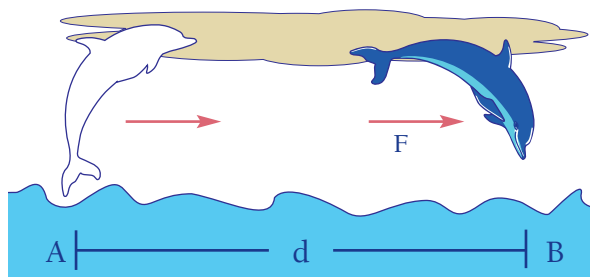
Es el trabajo realizado o energía desarrollada por un cuerpo en movimiento al pasar de una posición "A" a una posición "B".

$$T_{A-B} = E_{cf} - E_{ci}$$

T_{A-B} = Trabajo realizado por una fuerza "F" de A hasta B.

E_{cf} = Energía cinética final.

E_{ci} = Energía cinética inicial.



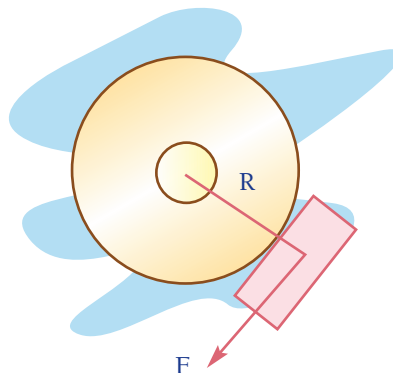
TRABAJO EN LAS ROTACIONES

$$T = M \cdot \alpha$$

T = Trabajo, en J

M = Momento aplicado al cilindro (FR), en N · m

α = Angulo girado por el cilindro





ENERGÍA CINÉTICA DE ROTACIÓN

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$$

I = momento de inercia ($m \cdot R^2$)

ω = velocidad angular ($\gamma \cdot t$)

UNIDADES DE TRABAJO Y ENERGÍA

	J	erg	kW . h
1 J	1	10^7	$2,78 \cdot 10^{-7}$
1 erg	10^{-10}	1	$2,78 \cdot 10^{-14}$
1 kW . h	$0,36 \cdot 10^7$	$0,36 \cdot 10^{14}$	1

UNIDADES DE POTENCIA

	W	kW	erg/s	HP
1W	1	0,001	10^7	$136 \cdot 10^{-5}$
1 kW	1000	1	10^{10}	136
1 erg/s	10^{-7}	10^{-10}	1	$136 \cdot 10^{-10}$
1 HP	735	0,735	$735 \cdot 10^7$	1

IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

IMPULSO es el esfuerzo “F” que se hace durante un tiempo muy pequeño “ Δt ” sobre una masa, para darle un movimiento.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Unidades SI: $N \cdot s$

CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Es la velocidad “V” impresa a una masa “m” con una fuerza determinada.

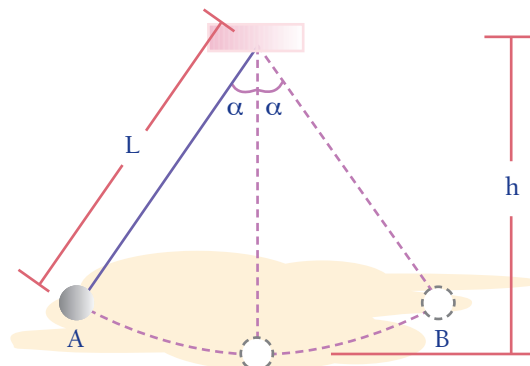
$$\vec{C} = m \cdot \vec{V}$$

EL MOVIMIENTO OSCILATORIO Y EL PÉNDULO

A) PÉNDULO SIMPLE

Péndulo, es un objeto cualquiera que está suspendido de un punto fijo, mediante una cuerda.

ELEMENTOS DE UN PÉNDULO SIMPLE



- 1) **LONGITUD “L”**, de la cuerda, desde el punto de suspensión hasta el centro de gravedad del objeto suspendido, medido en m.
- 2) **OSCILACIÓN “2AB”**, es el arco recorrido en ida y vuelta por el objeto suspendido desde una de las posiciones extremas a la otra, medido en rad.
- 3) **PERÍODO “T”**, tiempo que demora en una oscilación, medido en s.
- 4) **AMPLITUD “α”**, ángulo barrido por la cuerda del péndulo con una de sus posiciones extremas y la vertical, medido en rad.
- 5) **FRECUENCIA “F”**, es el número de oscilaciones en cada unidad de tiempo, medido en hertz; se calcula así:

$$f = \frac{1}{T}$$

Unidades SI: $\frac{1}{s} = \text{hert}$

LEYES DEL PÉNDULO

1ra. Ley:

El período “T” de un péndulo, es independiente de su oscilación “2AB”.

2da. Ley:

El período “T” de un péndulo, es independiente de su masa “m”.

3ra. Ley:

El período “T” de un péndulo es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la longitud de “L”.

$$\frac{T}{\sqrt{L}} = \frac{T_1}{\sqrt{L_1}}$$

4ta. Ley:

El período “T” de un péndulo es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la gravedad “g”.

$$\frac{T}{\sqrt{g_1}} = \frac{T_1}{\sqrt{g}}$$

PÉNDULO QUE BATE SEGUNDOS

Es aquel péndulo cuyo período dura 2 segundos.

$$T = 2s$$

FÓRMULA GENERAL DEL PÉNDULO:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

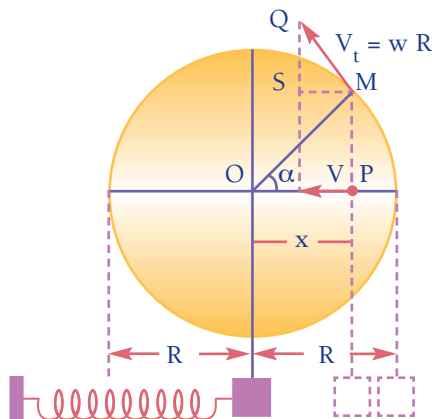
MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE O MOVIMIENTO VIBRATORIO ARMÓNICO

Es un movimiento periódico y lineal, cuya aceleración “a” es directamente proporcional a su desplazamiento “x” pero con sentido contrario:

$$a = -K \cdot x$$

ELEMENTOS DE UN MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

El movimiento armónico simple es el movimiento lineal que realiza la proyección “P”, sobre un diámetro, de un punto “M” que se desplaza sobre una circunferencia con velocidad circunferencial uniforme.



Los elementos son:

ELONGACIÓN “x”.- Es una magnitud vectorial cuyo valor se mide desde el centro de la circunferencia o desde el centro de vibración, hasta “P”.

Se calcula así:

$$x = R \cdot \cos (\omega t)$$

$$x = R \cdot \cos \frac{2\pi \cdot t}{T} \quad \text{unidades SI: m}$$

$$x = R \cdot \cos 2\pi \cdot f \cdot t$$

AMPLITUD “R”.- Es la elongación máxima.

PERÍODO “T”.- Tiempo que demora el punto “P” en hacer una vibración; es decir, una “ida y vuelta”. Se calcula así:

$$T = \frac{\text{Tiempo transcurrido}}{\text{Número de vibraciones}}$$

FRECUENCIA “f”.- Es el número de vibraciones por unidad de tiempo, se mide en ciclos por segundo (c.p.s) y se denomina “hertz”. Se calcula así:

$$f = \frac{\text{Número de vibraciones}}{\text{Tiempo transcurrido}}$$

o:

$$f = \frac{1}{T}$$



RESORTES

FUERZA DEFORMADORA: LEY DE HOOKE

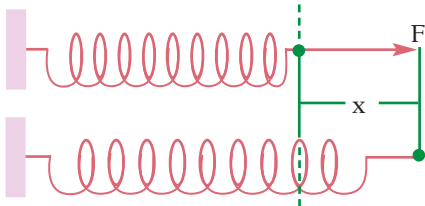
Para cambiar la forma de un cuerpo se requiere la acción de una fuerza que se llama “fuerza deformadora”, la cual es proporcional a la deformación, siempre que no se pase del límite de elasticidad del cuerpo deformado.

La ley de Hooke se expresa así:

$$F = K \cdot x$$

K = constante elástica, propia de cada material

x = deformación o elongación



FUERZA RECUPERADORA:

$$F = -K \cdot x$$

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, PERÍODO Y FRECUENCIA

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD “V”

$$V = V_t \cdot \sin \omega t$$

$$\alpha = \omega t$$

$$V = -2\pi \cdot f \cdot R \cdot \sin 2\pi \cdot f \cdot t$$

$$V = \frac{2\pi \cdot R}{T} \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t$$

$$V = \pm 2\pi \cdot f \sqrt{R^2 - x^2}$$

CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN

$$a = -\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot x$$

o:

$$a = -\omega^2 \cdot x$$

o:

$$a = -4\pi^2 \cdot f^2 \cdot x$$

VELOCIDAD Y ACELERACIÓN MÁXIMAS

Si $V = \pm 2\pi \cdot f \sqrt{R^2 - x^2}$; V es máxima cuando $x = 0$

∴

$$V_{\text{máx}} = \pm 2\pi \cdot f \cdot R$$

La aceleración máxima se obtiene en los extremos; es decir, en la elongación máxima cuando $x = \pm R$.

Si $a = -\omega^2 x$, aceleración es máxima cuando $x = \pm R$

∴

$$a_{\text{máx}} = \mp \omega^2 \cdot R$$

o:

$$a_{\text{máx}} = \mp 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot R$$

o:

$$a_{\text{máx}} = \mp \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot R$$

PERÍODO Y FRECUENCIA

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}}$$

donde:

m = masa del cuerpo que tiene movimiento armónico, medido en kg.

K = constante de elasticidad del resorte o elástico.

DENSIDAD Y PESO ESPECÍFICO

La densidad “ δ ” es el resultado de comparar, por división, la masa “ m ” de un cuerpo con su volumen “ V ”.

$$\delta = \frac{m}{V}$$

Peso específico “ ρ ” es el resultado de comparar, por división, el peso “ W ” de un cuerpo entre su volumen “ V ”.

$$\rho = \frac{W}{V}$$

RELACIÓN ENTRE DENSIDAD Y PESO ESPECÍFICO

Su deducción:

$$\rho = \frac{W}{V}$$

Pero: $W = m \cdot g$

$$\Rightarrow \rho = \frac{m \cdot g}{V}$$

Pero: $\frac{m}{V} = \delta$

Finalmente:

$$\rho = \delta \cdot g$$

ESTÁTICA DE LOS FLUÍDOS

Es el estudio de los líquidos en reposo. También se le denomina HIDROSTÁTICA que es sólo el estudio del agua en reposo.

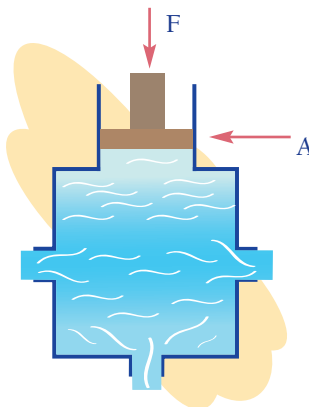
CONCEPTOS Y DEFINICIONES

PRESIÓN (P)

Es una magnitud tensorial. La unidad SI de presión es el PASCAL “Pa”.

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

La presión es la acción de una fuerza “ F ” repartida en un área “ A ”.



$$P = \frac{F}{A}$$

PRINCIPIO DE PASCAL

La presión que soporta un líquido lo transmite en todas direcciones y en la misma magnitud.

Ejemplo:

La fuerza “ F ” sobre el émbolo es 60 N, área del émbolo $0,2 \text{ m}^2$. Cada orificio tiene 1 cm^2 , la presión con que sale el agua por cada orificio es:

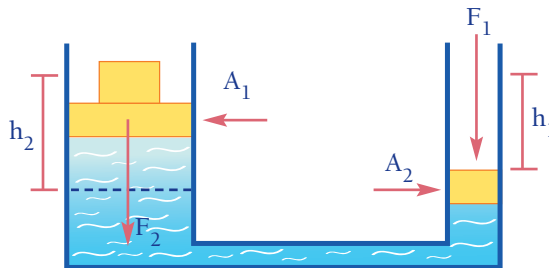
$$P = \frac{F}{A} = \frac{60\text{N}}{0,2\text{m}^2} = 300 \text{ Pa}$$

o:

$$P = 300 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

PRENSA HIDRÁULICA

En una prensa hidráulica, la fuerza se multiplica aún cuando la presión por unidad de área es la misma.





Multiplicación de fuerza

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Carrera o desplazamiento (h_1 , h_2) de los émbolos o pistones.

$$\frac{h_1}{A_1} = \frac{h_2}{A_2}$$

PRINCIPIO DE LA HIDROSTÁTICA

La presión que soporta un cuerpo que está sumergido en un líquido se distribuye en toda la superficie del cuerpo y en forma perpendicular a esta superficie.

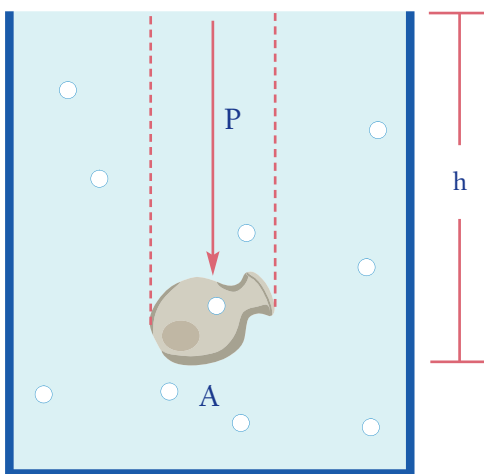
PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Sea un cuerpo A sumergido.

$$P = h \cdot \rho$$

h = profundidad a la que está sumergido el cuerpo, en m.

ρ = peso específico del líquido, n N/m³



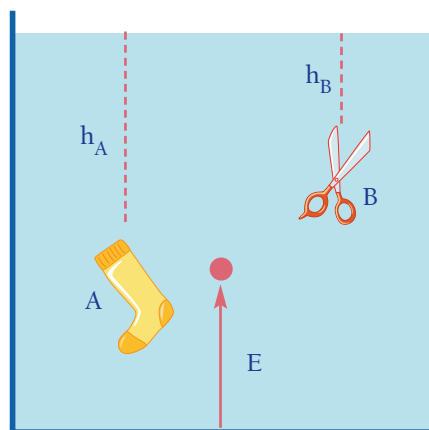
VASOS COMUNICANTES

Son un conjunto formado por dos o más recipientes conectados entre sí. Cuando al sistema se le llena un mismo líquido, el nivel superior en todos los recipientes alcanza el mismo nivel horizontal.

LEY FUNDAMENTAL DE LA HIDROSTÁTICA

“La diferencia de presiones entre dos puntos, en un mismo líquido, es igual al peso específico del líquido por la diferencia de profundidades”.

$$\Delta P = \rho (h_A - h_B)$$



EMPUJE HIDROSTÁTICO: \vec{E}

- 1) Todo cuerpo sumergido en un fluido soporta una fuerza de abajo hacia arriba, perdiendo aparentemente una parte de su peso, esa fuerza se llama empuje “E”.
- 2) El volumen “V” de un líquido que es desalojado por un cuerpo cuando se sumerge en un líquido, es igual al volumen del cuerpo.
- 3) La aparente pérdida de peso, cuya magnitud es igual a la del empuje que experimenta un cuerpo sumergido en un líquido, es igual al peso del volumen del líquido desalojado.

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

“El empuje “E”, o aparente pérdida de peso que experimenta un cuerpo sumergido en un líquido, es igual al peso del volumen del líquido desalojado”.

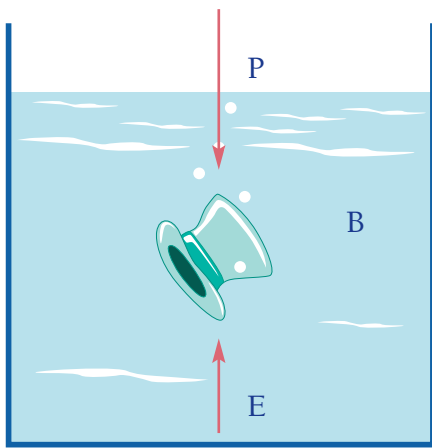
$$\vec{E} = V \cdot \rho$$

E = empuje del líquido = pérdida aparente de peso del cuerpo.

$V \cdot \rho$ = peso del líquido desalojado

V = volumen del cuerpo = volumen del líquido desalojado.

ρ = peso específico del líquido



RELACIÓN ENTRE EL EMPUJE Y EL PESO ESPECÍFICO DE LÍQUIDOS

“El empuje que soporta un cuerpo sumergido en un líquido, es directamente proporcional al peso específico del líquido”.

$$\frac{E_1}{\rho_1} = \frac{E_2}{\rho_2}$$

NEUMOLOGÍA

Es el estudio de los gases. Los gases son fluidos aerofórmes.

Los principios de Pascal y Arquímedes tratados en este capítulo se cumplen también para los gases.

Principio de Pascal

“La presión externa ejercida sobre un gas se transmite íntegramente a toda la masa gaseosa”.

Principios de Arquímedes

“Todo cuerpo sumergido en un gas, experimenta la acción de una fuerza vertical de abajo hacia arriba que es igual al peso del volumen del gas desalojado”. Esta es la razón por la que algunos cuerpos muy livianos, como un globo lleno de Helio, se elevan en la atmósfera.

FUERZA ASCENSIONAL (F_{as}).-

Es una fuerza vertical de abajo hacia arriba que ejerce un gas sobre un cuerpo sumergido en su masa.

$$F_{as} = E - w$$

E = empuje del gas, hacia arriba

W = peso del cuerpo

EL CALOR

Es una forma de energía de los cuerpos como consecuencia de la vibración molecular. El calor también se define como “energía de tránsito”.

La unidad de calor SI es el JOULE “J”. También puede usarse la CALORÍA “cal”.

A) DILATACIÓN

Es el aumento que experimenta un cuerpo en sus dimensiones.

A.1) DILATACIÓN LINEAL “ ΔL ”

Es el aumento en su longitud (una dimensión) que experimenta una barra.

$$\Delta L = \lambda \cdot L \cdot \Delta t$$

Donde:

ΔL = dilatación lineal, en m.

λ = coeficiente de dilatación lineal propio de cada cuerpo.

L = longitud de la barra, en m.

Δt = variación de la temperatura, en $^{\circ}\text{C}$.

LONGITUD FINAL “ L_f ”

Es la longitud al final de la elevación de la temperatura.

$$L_f = L (1 + \lambda \cdot \Delta t)$$



A.2) DILATACIÓN SUPERFICIAL “ ΔA ” ÁREA FINAL “ A_f ”

Dilatación superficial, es el aumento que experimenta un cuerpo en sus DOS dimensiones.

$$\Delta A = \beta \cdot A \cdot \Delta t$$

$$A_f = A(1 + \beta \cdot \Delta t)$$

A.3) DILATACIÓN VOLUMÉTRICA “ ΔV ” VOLUMEN FINAL V_f

Dilatación volumétrica es el aumento que experimenta un cuerpo en sus TRES dimensiones.

$$\Delta V = \gamma \cdot V \cdot \Delta t$$

$$V_f = V(1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

VARIACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO “ ρ ” CON LA TEMPERATURA.-

$$\rho_f = \frac{\rho_i}{1 + \gamma \cdot \Delta t}$$

ρ_f = peso específico final.

ρ_i = peso específico inicial.

γ = coeficiente de dilatación volumétrica.

B. CALORIMETRÍA

Es el estudio de la medida del calor.

UNIDADES PARA MEDIR EL CALOR

1) JOULE “J”.- Es la unidad SI para medir el calor.

2) CALORÍA “cal” (no es sistema SI).- Es otra unidad para medir el calor. Se define así:

“Es la cantidad de calor que necesita la masa de 1 gramo de agua pura para elevar su temperatura en 1 °C (de 14,5 °C a 15,5 °C).”

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

3) B.T.U. (British Termical United)(No es unidad SI).-

Es la unidad inglesa para medir el calor, se define así: “Cantidad de calor que necesita 1 libra-masa de agua pura para subir su temperatura en 1 °F”

EQUIVALENCIA DE 1 B.T.U. EN CALORÍAS

$$1 \text{ B.T.U.} = 252 \text{ calorías}$$

CALOR ESPECÍFICO “C.e.”

Es la cantidad de calor que gana o pierde la masa de 1 g de una sustancia para subir o bajar 1 °C su temperatura.

ALGUNOS CALORES ESPECÍFICOS

$$\left(\text{en } \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

Líquidos	
Agua	1,00
Agua de mar	0,95
Alcohol	0,60
Mercurio	0,033

Sólidos	
Aluminio	0,212
Cobre	0,093
Fierro	0,11
Hielo	0,53
Plomo	0,031
Zinc	0,093

LEY DE DULONG Y PETIT

$$M_a \cdot C_e = 6,22$$

M_a = masa atómica de un elemento, en g

C_e = calor específico del elemento, en cal/g . °C

CALOR SENSIBLE “Q” (CALOR GANADO O PERDIDO)

Es la cantidad de calor que un cuerpo gana o pierde al variar su temperatura.

$$Q = C_e \cdot m \cdot \Delta t$$

Q = cantidad de calor ganado o perdido, en cal

C_e = calor específico, en cal/g . °C

m = masa del cuerpo, en g

Δt = variación de la temperatura, en °C

EQUIVALENCIA EN AGUA DE UN CALORÍMETRO

Es una porción de masa de agua “ M ” que absorbe la misma cantidad de calor que la masa “ m ” de un calorímetro.

$$M_{H_2O} \cdot C_{e_{H_2O}} = m_{cal} \cdot C_{e_{cal}}$$

TEOREMA FUNDAMENTAL DE LA CALORIMETRÍA

Al ponerse en contacto 2 cuerpos, hay una transmisión de calor y “el calor ganado por uno de ellos es igual al calor perdido por el otro”.

$$Q_{\text{calor ganado por uno de ellos}} = Q_{\text{calor perdido por el otro}}$$

CAPACIDAD CALORÍFICA “ C_c ”

Es la cantidad de calor que absorbe cierta masa de un cuerpo para elevar su temperatura en 1 °C.

$$C_c = m \cdot C_e$$

TEMPERATURA DE EQUILIBRIO DE UNA MEZCLA.- TEMPERATURA FINAL “ t_f ”

Está dada bajo el principio fundamental de que en una mezcla de cuerpos de temperaturas diferentes, el calor entregado por uno de los cuerpos es igual al calor absorbido por el otro, lo que origina una temperatura intermedia de la mezcla, llamada también temperatura final “ t_f ” o temperatura de equilibrio.

$$Q_1 = Q_2$$

$$t_f = \frac{C_{e_1} \cdot m_1 \cdot t_1 + C_{e_2} \cdot m_2 \cdot t_2 + \dots}{C_{e_1} \cdot m_1 + C_{e_2} \cdot m_2 + \dots}$$

C. CAMBIO DE FASE

Por acción del calor todos los cuerpos cambian de fase o de estado. Mientras dura el cambio de fase, la temperatura no varía.

CALORES LATENTES

Es la cantidad de calor que gana o pierde una unidad de masa durante el cambio de estado.

$$C_f = \frac{Q}{M}$$

De fusión, si gana

De solidificación, si pierde

$$C_v = \frac{Q}{m}$$

De vaporización, si gana

De condensación, si pierde

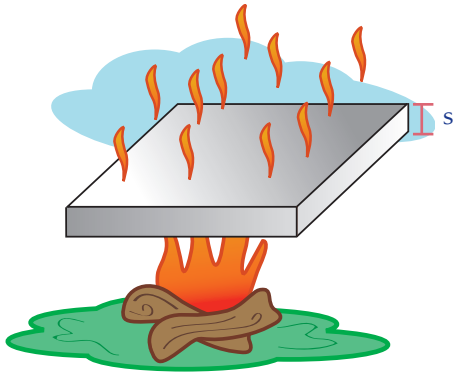
D. TRANSMISIÓN DE CALOR

El calor se transmite por CONVECCIÓN en los líquidos y gases, por CONDUCCIÓN en los sólidos y por RADICACIÓN. En este libro se trata sólo la transmisión del calor por conducción.



TRANSMISIÓN DEL CALOR POR CONDUCCIÓN

Es el calor que pasa a través de la masa de un cuerpo.



CANTIDAD DE CALOR TRANSMITIDO "Q"

Es la cantidad de calor que pasa de un punto a otro a través de un conductor.

$$Q = KSG\tau$$

Q = cantidad de calor transmitido a través del conductor.

K = coeficiente de conductibilidad térmica propia de cada sustancia.

S = sección del conductor.

G = gradiente o caída de la temperatura ($t_1 - t_2$).

τ = tiempo durante el cual se ha transmitido el calor.

$$G = \frac{t_1 - t_2}{e}$$

e = espesor del conductor o longitud según sea el caso.

$t_1 - t_2$ = diferencia de temperaturas en las caras de un cuerpo.

TRABAJO MECÁNICO DEL CALOR

Experimentalmente, Joule encontró el equivalente mecánico del calor:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$

TERMODINÁMICA

“Es el estudio de la fuerza mecánica del calor” o también “el estudio de la relación que existe entre el calor y el trabajo”.

TRABAJO REALIZADO POR UN GAS: "W"

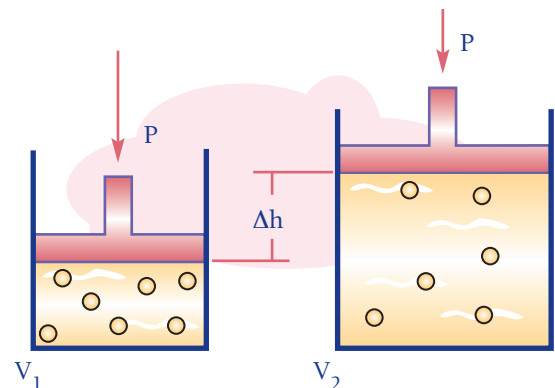
Cuando se calienta un gas a presión "P" constante, se realiza un trabajo (Ley de Charles).

$$W = P \cdot \Delta V \quad \text{Unidades SI: J}$$

P = presión que soporta el gas constante

ΔV = variación de volumen

$$\Delta V = V_2 - V_1$$



$$1 \text{ atm} \cdot L = 101,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

o:

$$1 \text{ atm} \cdot L = 101,3 \text{ J}$$

o:

$$1 \text{ atm} \cdot L = 24,15 \text{ cal}$$

CALOR ABSORBIDO POR UN GAS: "Q"

Es la cantidad de calor que absorbe una masa gaseosa "m" para aumentar su temperatura " Δt ", manteniendo su presión o su volumen constante.

$$Q = C_e \cdot m \cdot \Delta t \Rightarrow C_e = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

Q = calor absorbido por un gas en "J"

M = masa del gas que absorbe calor en "g"

Δt = variación de la temperatura en "°C"

C_e = calor específico del gas en $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$

PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

"En toda transformación entre calor y trabajo la cantidad de calor entregado a un sistema es igual al trabajo realizado "W", más el aumento de su energía interna " ΔE ".

$$Q = W + \Delta E$$

Q = calor entregado

W = trabajo realizado

ΔE = variación de energía interna

RENDIMIENTO "R" O EFICIENCIA EN UNA MÁQUINA TÉRMICA

El rendimiento de una máquina térmica que absorbe calor para transformarlo en trabajo, depende del calor entregado "Q" y el trabajo realizado "W":

$$\% = \frac{W}{Q} \cdot 100$$

o:

$$R = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

o:

$$R = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Q_1 = calor entregado en "J".

Q_2 = calor absorbido por la fuente fría o calor no aprovechado en realizar trabajo, en "J".

T_1 = temperatura absoluta mayor en "K".

T_2 = temperatura absoluta menor en "K".

SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA (Rudolf Clausius 1850)

"En una máquina térmica es imposible el movimiento continuo que, sin recibir calor del exterior, pueda transferir calor un foco frío a otro foco caliente".

ELECTROSTÁTICA

Estudia las cargas eléctricas en reposo.

PRIMERA LEY DE LA ELECTROSTÁTICA

Es una ley CUANTITATIVA: "Los cuerpos cargados con el mismo signo de electricidad se repelen, los cuerpos cargados con signos contrarios se atraen".

TABLA TRIBOELÉCTRICA

La tabla indica que: una sustancia frotada con la que le precede en el orden de la tabla, se carga negativamente; frotada con la que le sigue se carga positivamente.

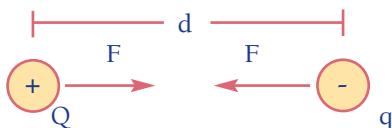
1. Piel de gato	5. Marfil
2. Vidrio	6. Seda
3. Mica	7. Algodón
4. Lana	8. Platino

SEGUNDA LEY DE LA ELECTROSTÁTICA: LEY DE COULOMB

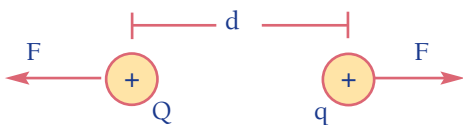
Es una ley CUANTITATIVA: "La fuerza de atracción o repulsión en la línea que une los centros entre dos cargas electrostáticas, es directamente proporcional al producto de sus masas eléctricas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros".



Se atraen:



Se repelen:



$$F = K \frac{Q \cdot q}{d^2}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q \cdot q}{d^2}$$

F = fuerza de atracción o repulsión, en newtons (N).

Q, q = masas eléctricas que pueden ser positivas y/o negativas, en coulombios (C).

d = distancia entre los centros de masa eléctrica, en metros "m".

K = coeficiente de proporcionalidad que depende del medio ambiente y de las unidades de F, Q, q, d.

ϵ = coeficiente de permitividad del medio, en C/N · m².

UNIDADES ELÉCTRICAS

UNIDADES SI

F, en newton "N"

Q y q, en coulombio "C"

d, en metro "m"

$$K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

(en el vacío o en aire)

PERMITIVIDAD "ε"

Es el grado de dificultad que ofrece un medio al paso de la corriente eléctrica.

El valor de K depende de la permitividad.

La permitividad en el aire o en el vacío se denota "ε₀".

$$K = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \quad (\text{I})$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \cdot \frac{\text{C}}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \quad (\alpha)$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \quad (\beta)$$

Sustituyendo (α) en (I):

$$K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

En un medio distinto al aire o vacío la permitividad es siempre mayor.

$$\epsilon > \epsilon_0$$

o:

$$\epsilon = \gamma \cdot \epsilon_0$$

γ = constante adimensional, llamada constante dieléctrica relativa o capacidad inductiva específica.

En el vacío o en el aire: γ = 1

UNIDADES ELÉCTRICAS COULOMB "C"

Es la unidad SI de masa eléctrica, se define como: "una carga eléctrica situada frente a otra igual, a 1 m de distancia y en el vacío, que se repelen o se atraen con una fuerza de 9 · 10⁹ N.

EQUIVALENCIAS (e = carga de un electrón)

$$1 \text{ C} = 8,25 \cdot 10^{18} e$$

$$1 \text{ C} = 3 \cdot 10^9 \text{ u.e.q.}$$

$$1 (-e) = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 (+e) = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 \text{ u.e.q.} = 0,33 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$1 \text{ u.e.q.} = 2,72 \cdot 10^9 e$$

$$1 e = 0,48 \cdot 10^{-9} \text{ u.e.q.}$$

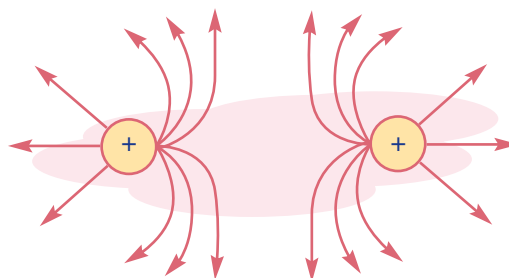
$$\text{Masa } 1 e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ Rg}$$

$$\text{Masa } 1 \text{ protón} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Rg}$$

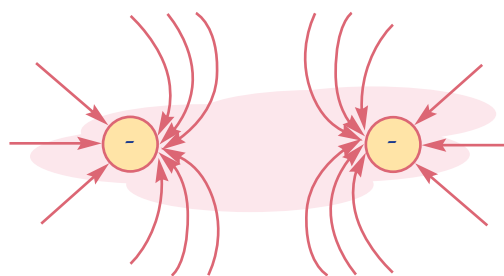
$$1 \text{ u.e.q.} = 1 \text{ stc} = 1 \text{ franklin}$$

CAMPOS DE CARGAS IGUALES

Las líneas de acción se rechazan, en ambos casos.



Ambas positivas



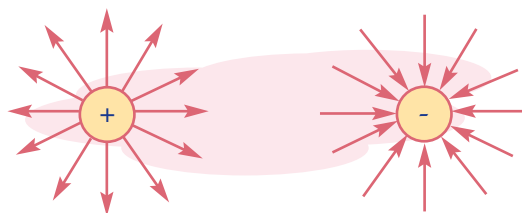
Ambas negativas

CAMPO ELÉCTRICO

Es un “ambiente” que rodea a una masa eléctrica y que está sometido a la influencia de esta carga o masa eléctrica. (Es como la atmósfera que rodea a la Tierra).

Los campos eléctricos se representan por líneas imaginarias que se llaman líneas de fuerza.

Convencionalmente, se acepta que las líneas de acción, o de fuerza de un campo eléctrico “nacen” en una carga positiva y se “dirigen hacia” una carga negativa.

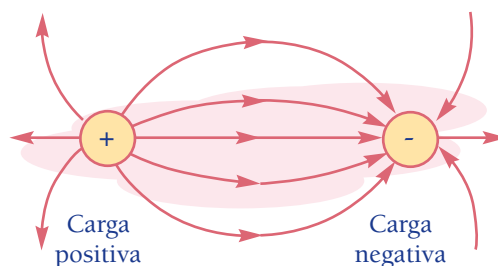


Campo de una carga (+)
(nacen las líneas
de acción)

Campo de una carga (-)
(llegan las líneas
de acción)

CAMPO DE CARGAS DISTINTAS

Las líneas de acción se complementan.



Carga
positiva

Carga
negativa

INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO “ \vec{E} ”

“Es una magnitud vectorial “ \vec{E} ” que representa la fuerza “ \vec{F} ”, de atracción o repulsión, ejercida sobre cada unidad de carga “ q ” en un punto del campo eléctrico”.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

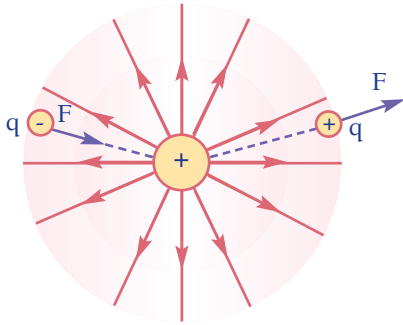


UNIDADES SI

F = fuerza, en newton “N”

q = carga puntual, en coulomb “C”

E = intensidad de campo, en $\frac{N}{C}$



INTENSIDAD “E” DEL CAMPO, A UNA DISTANCIA “r” DE LA MASA CREADORA DEL CAMPO

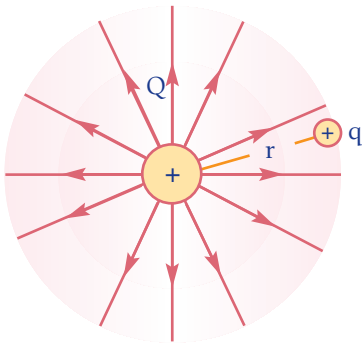
$$E = K \frac{Q}{r^2}$$

K = constante = $9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

E = intensidad de campo, en $\frac{N}{C}$

Q = masa eléctrica, creadora del campo, en coulombios “C”.

r = distancia del “punto”, en el campo, a la carga “Q”, en metros “m”.



POTENCIAL ELÉCTRICO

Potencial eléctrico de un punto en un campo eléctrico, es el trabajo que se realiza para trasladar la unidad de carga eléctrica ubicada en el infinito, hasta el punto P ubicado dentro del campo.

$$V_P = \frac{W_{\infty \rightarrow P}}{q}$$

UNIDADES SI

V_P = potencial en el punto P, en voltios “V”.

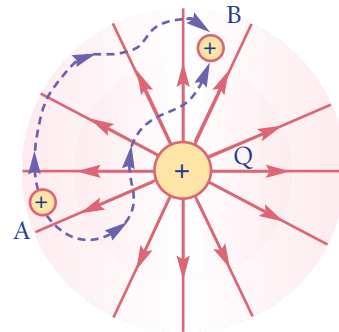
$W_{\infty \rightarrow P}$ = trabajo realizado para llevar q desde el infinito hasta P, en joules “J”.

q = carga puntual, en coulombios “C”.

DIFERENCIA DE POTENCIAL

Es el trabajo que se realiza para trasladar una carga puntual desde un punto A hasta un punto B, ambos ubicados en el mismo campo.

$$V_B - V_A = \frac{V_{AB}}{q} \Rightarrow V = \frac{J}{C}$$



El trabajo “W” puede ser:

a) Positivo, si:

Potencial de B > Potencial de A

b) Negativo, si:

Potencial de B < Potencial de A

c) Nulo, si:

Potencial de B = Potencial de A

Comúnmente, se supone A en el infinito, en consecuencia $V_A = 0$.

∴

$$V_B = \frac{W_B}{q}$$

POTENCIAL "W" DE UN PUNTO EN FUNCIÓN DE "E" Y "r"

$$V = E \cdot r$$

POTENCIAL "V" DE UN PUNTO EN LAS PROXIMIDADES DE LA CARGA "Q"

$$V = K \frac{Q}{r}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

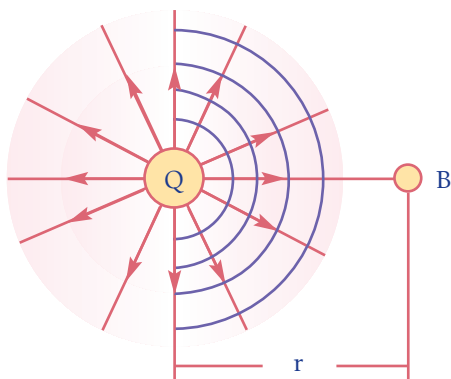
UNIDADES SI:

$$K = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

Q = coulombio "C"

r = metro "m"

$$V = \frac{\text{joulio}}{\text{coulombio}} = \text{voltio "V"}$$



TRABAJO ELÉCTRICO

$$W_{AB} = q (V_B - V_A)$$

o:

$$W = q \cdot V$$

W = trabajo, en joules "J"

Q = carga trasladada, en coulombios "C"

V_A = potencial en el punto A, en voltios "V"

V_B = potencial en el punto B, en voltios "V"

$$W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q}{r}$$

Esta fórmula permite calcular el trabajo que debe realizarse para separar 2 cargas eléctricas Q y q, una distancia "r" o para juntarlas.

CAPACIDAD ELÉCTRICA

Es la cantidad de carga eléctrica almacenada por un conductor o por un condensador por unidad de diferencias de potencial.

A) CAPACIDAD DE LOS CONDUCTORES AISLADOS

$$C = \frac{Q}{V}$$

UNIDADES SI:

C = capacidad, en faradios "F"

Q = carga almacenada, en coulombios "C"

V = diferencia de potencial, en voltios "V"

$$1 \text{ faradio} = \frac{1 \text{ coulombio}}{1 \text{ voltio}}$$

o:

$$F = \frac{C}{V}$$

EQUIVALENCIA DE 1 FARADIO EN u.e.c.-

$$1 \text{ faradio} = 9 \cdot 10^{11} \text{ u.e.c.}$$

OTRAS EQUIVALENCIAS (en micro y pico faradios).-

El prefijo SI para 10^{-12} es pico "p", que sustituye a mm.

$$1 \text{ faradio} = 10^6 \mu\text{f}$$



$$1 \mu f = 10^6 pf$$

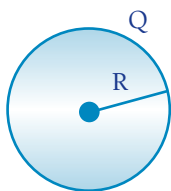
$$1 \text{ faradio} = 10^{12} pf$$

$$1 \mu f = 9 \cdot 10^5 \text{ u.e.c.}$$

$$1 pc = 0,9 \text{ u.e.c.}$$

B) CAPACIDAD DE UNA ESFERA AISLADA

Si se considera el potencial "V" en la superficie:



$$C = \frac{R}{K}$$

Como $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$; se tiene:

$$C = 4\pi\epsilon_0 R$$

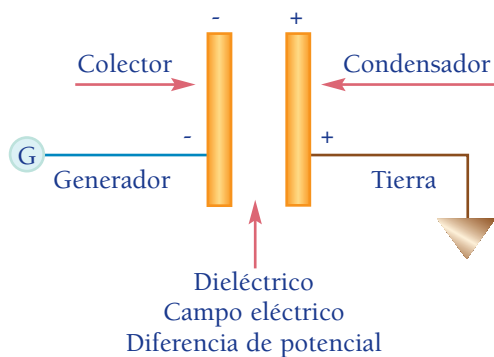
CONDENSADORES

Son aparatos o dispositivos que sirven para guardar o almacenar cargas eléctricas, pero por poco tiempo.

Un condensador lo forman dos cuerpos, y entre ellos existe un campo eléctrico y una diferencia de potencial.

CAPACIDAD DE UN CONDENSADOR

$$C = \frac{Q}{V}$$



Unidades que se emplea:

$$\text{c.g.s.} : \text{u.e.c.} = \frac{\text{u.e.q.}}{\text{u.e.v.}}$$

$$\text{Unidades SI: faradio} = \frac{\text{coulombio}}{\text{Voltio}}$$

$$1 \text{ microfaradio } " \mu f " = 10^{-6} \text{ faradios}$$

$$1 \text{ picofaradio } " pf " = 10^{-12} \text{ faradios}$$

CAPACIDAD DE UN CONDENSADOR PLANO

$$C = \frac{A}{d}$$

C = capacidad, en metros "m".

A = área del condensador, en m².

d = distancia entre placas, en m.

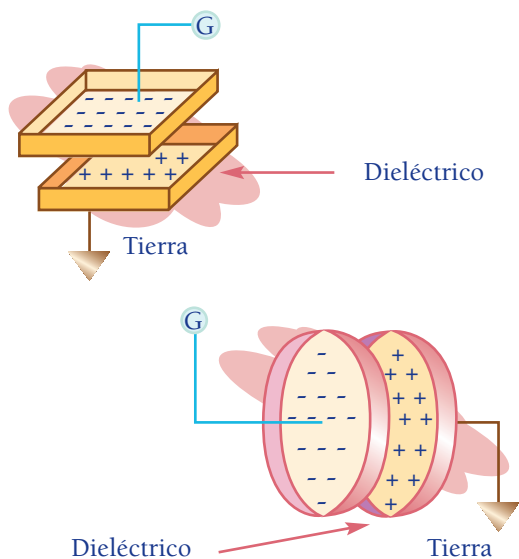
PARA CALCULAR EN FARADIOS.-

$$C = \tau \cdot \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

C = capacidad, en faradios "F"

τ = constante del dieléctrico, en el aire y vacío = 1

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{faradios}}{\text{metro}}$$



CONSTANTES DIELECTRICAS "τ"

Vacio	1	Ebonita	2,5
Aire	1	Gutapercha	4,5
Agua	81	Mármol	8,0
Alcohol	27	Mica	5,0
Bakelita	5,0	Resina	2,5
Azufre	3,5	Madera seca	4,5
Vidrio	5,5		

CAPACIDAD DE CONDENSADOR ESFÉRICO Y CILÍNDRICO

Esfera:

$$C = \tau \epsilon_0 \frac{Rr}{R - r}$$

Dieléctrico

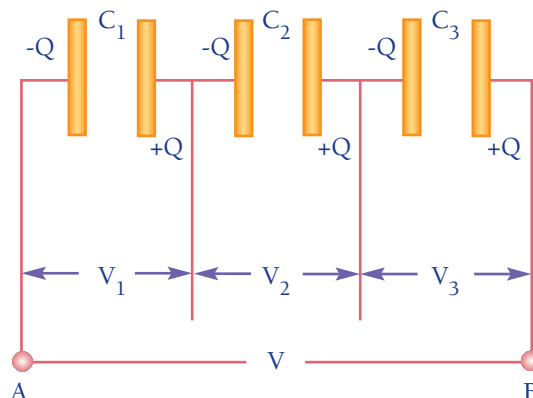
Cilindro:

$$C = \tau \epsilon_0 \frac{h}{2 \ln \frac{R}{r}}$$

$$C = \tau \epsilon_0 \frac{h}{4,6 \log \frac{R}{r}}$$

ASOCIACIÓN DE CONDENSADORES

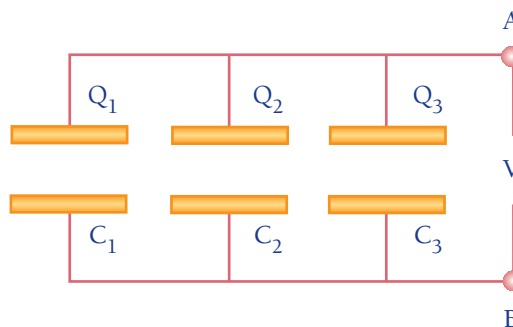
A. EN SERIE O CASCADA



SUS CARACTERÍSTICAS:

- 1) $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$
- 2) $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$
- 3) $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$

B. EN PARALELO

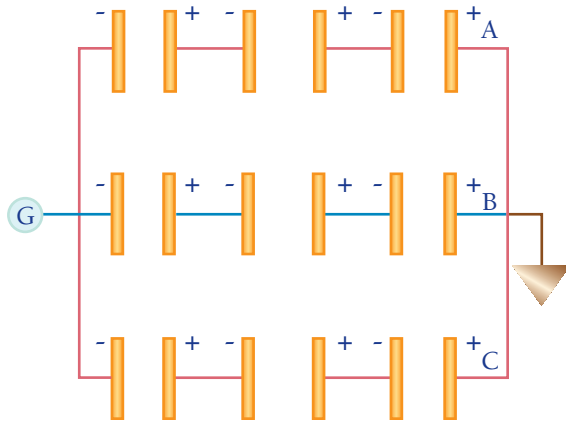


SUS CARACTERÍSTICAS:

- 1) $V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$
- 2) $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$
- 3) $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$



C. EN BATERÍA O MIXTO



SUS CARÁCTERÍSTICAS:

$$C = N \frac{C_1}{n}$$

La capacidad de cada uno de los condensadores es igual a C_1 .

N = número de conexiones en serie

n = número de condensadores en cada serie

ENERGÍA DE UN CONDENSADOR

Cuando un condensador se carga, empieza con $Q = 0$ y por consiguiente la diferencia de potencial también es 0: $V = 0$, a medida que se va cargando, la diferencia de potencial sube de 0 a " V " y el valor medio es la diferencia, entre dos: " $V/2$ ".

El trabajo necesario para trasladar una carga " Q " a través de una diferencia de potencial " $V/2$ " es:

$$W = \frac{1}{2} VQ$$

o:

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$

o:

$$W = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$$

Unidades SI:

W en joules " J ".

Q en coulombios " C ".

V en voltios " V ".

C en faradios " F ".

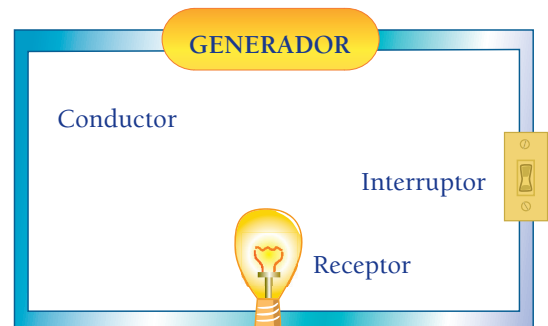
ELECTRODINÁMICA

Es el estudio de partículas eléctricas en movimiento a través de conductores.

CORRIENTE ELÉCTRICA

Es el flujo de electrones a través de un conductor.

PARTES DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO



UNIDADES SI PARA MEDIR LA CORRIENTE ELÉCTRICA

INTENSIDAD

$$i = \frac{Q}{t}$$

i = intensidad, en amperios: " A ".

Q = masa eléctrica, en coulombios: " C ".

T = tiempo, en segundos: " s ".

DIFERENCIA DE POTENCIAL

$$E = \frac{W}{Q}$$

E = fuerza electromotriz, (f.e.m.) en voltios "V".

W = energía desplazada, en joulios: "J".

Q = carga eléctrica desplazada, en coulombios: "C".

RESISTENCIA ELÉCTRICA

$$R = \frac{E}{i}$$

R = resistencia del conductor o aparato receptos, en ohmios: "Ω".

E = f.e.m. en voltios "V".

i = intensidad, en amperios "A".

NOTA.-

- 1) La letra que se usa como símbolo del ohmio es "Ω".
- 2) Al voltaje o diferencia de potencial también se le llama "caída de potencial".
- 3) El "ohmio patrón" es la resistencia que ofrece un alambre de mercurio (Hg) de 1,063 m de longitud, de 1 mm de diámetro de sección, a 0°C, al paso de un amperio de corriente eléctrica cuando la diferencia de potencial es de 1 voltio.

RESISTENCIA DE LOS CONDUCTORES

La resistencia, es la dificultad que ofrece un conductor al paso de la corriente.

LEY DE POUILLET

"La resistencia de un conductor homogéneo, de sección recta constante, es directamente proporcional a su longitud "L" e inversamente proporcional a su sección recta "A".

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R = resistencia del conductor, en ohmio "Ω"

ρ = resistividad, o resistencia específica propia de cada material, en ohmios . cm

L = longitud del conductor, en metros: "m"

A = área de la sección del conductor, en "m²"

CONDUCTANCIA

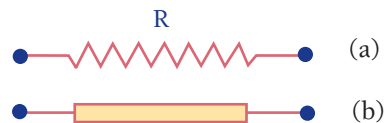
Es la inversa de la resistencia.

$$G = \frac{1}{R}$$

G = conductancia, en ohms: "Ω"

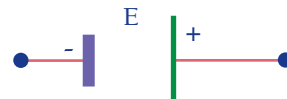
R = resistencia, en ohms: "Ω"

ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS



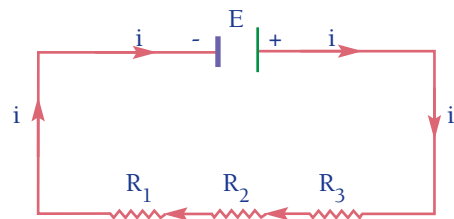
Representación de una resistencia

(a) americana (b) alemana



Representación de un generador

A. EN SERIE

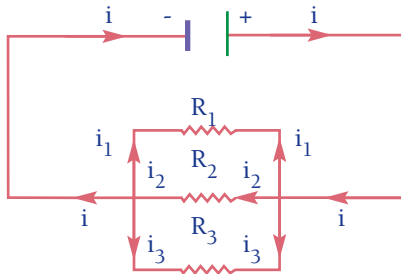


SUS CARACTERÍSTICAS:

- 1) $i = i_1 = i_2 = \dots$
- 2) $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$
- 3) $E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$



B. EN PARALELO



SUS CARACTERÍSTICAS:

- 1) $i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots$
- 2) $\frac{i}{R} = \frac{i}{R_1} + \frac{i}{R_2} + \frac{i}{R_3} + \dots$
- 3) $E = E_1 = E_2 = E_3 = \dots$

Las intensidades en cada ramal son inversamente proporcionales a sus resistencias:

$$\frac{i_1}{R_2} = \frac{i_2}{R_1} \quad ; \quad \frac{i_2}{R_3} = \frac{i_3}{R_2}$$

$$\frac{i_1}{R_3} = \frac{i_3}{R_1}$$

FUERZA ELECTROMOTRIZ Y RESISTENCIA TOTAL EN UN CIRCUITO

Caída de tensión externa

$$E_e = i \cdot R_e$$

Caída de tensión interna

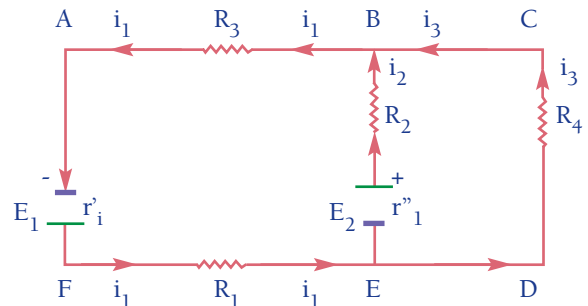
$$E_i = i \cdot r_i$$

Caída de tensión total

$$E_T = E_e + E_i$$

CORRIENTES DERIVADAS LEYES DE KIRCHOFF

La dirección que se les asigna a la corriente en cada nudo es arbitraria. Si ha sido equivocada, el proceso de solución matemático lo indicará.



1ra. LEY: DE LOS NUDOS

“La suma algebraica de las intensidades de las corrientes que llegan a un nudo es cero” o “La suma de las intensidades que llegan a un nudo es igual a la suma de las intensidades que salen del nudo”.

$$\sum i = 0$$

Ejemplo:

$$\text{Nudo B: } i_2 + i_3 = i_1$$

2da. LEY: DE LAS MALLAS

“La suma algebraica de las fuerzas electromotrices de una malla cualquiera es igual a la suma algebraica de los productos de las intensidades por las respectivas resistencias”.

$$\sum E = \sum i \cdot R$$

Ejemplo:

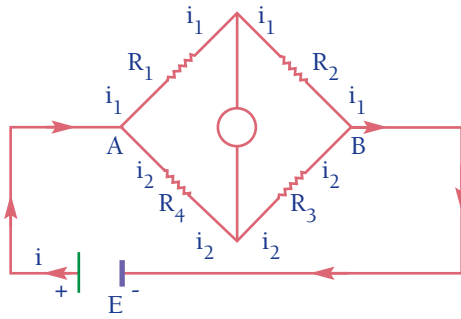
Para la malla ABEF

$$E_1 + E_2 = i_1 \cdot R_1 + i_2 \cdot r''_1 + i_2 \cdot R_2 + i_1 \cdot R_3 + i_1 \cdot r'_1$$

PUENTE DE WHEATSTONE

“Si el puente de Wheatstone se halla en equilibrio, el producto de las resistencias opuestas, son iguales”.

$$R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4$$



ENERGÍA Y POTENCIA DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

ENERGÍA ELÉCTRICA

Es la capacidad de la corriente eléctrica para realizar un trabajo. Puede ser: a) Energía consumida por aparatos eléctricos; b) Energía producida por un generador.

a) ENERGÍA CONSUMIDA O DISIPADA

$$W = V \cdot Q \quad (I)$$

UNIDADES SI

W = energía consumida, en joules “J”.

V = diferencia de potencial, en volts: “V”.

Q = carga eléctrica consumida, en coulombios “C”.

La fórmula (I) puede tomar otras formas:

Si: $Q = i \cdot t$

$$\therefore W = V \cdot i \cdot t$$

Si: $i = \frac{V}{R}$

$$\therefore W = \frac{V^2 \cdot t}{R}$$

Si: $V = i \cdot R$

$$\therefore W = i^2 \cdot R \cdot t$$

b) ENERGÍA PRODUCIDA POR UN GENERADOR

$$W = E \cdot Q \quad (II)$$

W = energía del generador, en joules “J”.

E = f.e.m. del generador, en volts: “V”.

Q = carga suministrada por el generador, en coulombs “C”.

POTENCIA DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

$$P = \frac{W}{t} \quad (I) \quad \text{watt} = \frac{\text{joule}}{\text{s}}$$

$$W = \frac{J}{s}$$

La fórmula (I) puede tomar otras formas en función de otras mediciones de corrientes, así:

Si: $W = E \cdot Q$

\therefore

$$P = \frac{E \cdot Q}{t}$$

Si: $Q = i \cdot t$

\therefore

$$P = i \cdot E$$

Si: $i = \frac{E}{R}$

\therefore

$$P = \frac{E^2}{R}$$

Si: $E = i \cdot R$

\therefore

$$P = i^2 \cdot R$$

EQUIVALENCIAS:

$$1 \text{ k} \cdot W = 10^3 \text{ W}$$

$$1 \text{ kW} \cdot h = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$



EFFECTO JOULE o LEY DE JOULE

“El calor “Q” disipado por un conductor al pasar la corriente a través de él, es directamente proporcional a la energía eléctrica “W” gastada para vencer la resistencia del conductor”.

$$Q = 0,24 \cdot W$$

$$\text{Si: } W = i^2 \cdot R \cdot t$$

$$\therefore Q = 0,24 \cdot i^2 \cdot R \cdot t$$

Donde:

0,24 = factor de conversión de joules a calorías (0,24 cal/J).

Q = calor producido, en calorías: “cal”.

i = intensidad de la corriente, en amperes: “A”.

R = resistencia del conductor, en ohms: “Ω”.

t = tiempo que circula la corriente, en segundos: “s”.

$$1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$

RENDIMIENTO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

(I)

$$\rho = \frac{P_u}{P_t}$$

ρ = rendimiento adimensional.

P_u = potencia utilizada en watts “W” o “kW”.

P_t = potencia suministrada, en watts “W” o “kW”.

$P_u = P_t$ - Potencia perdida en el generador.

$$P_u = E \cdot i - i^2 \cdot R.$$

Sustituyendo en (I) y efectuando:

$$\rho = 1 - \frac{i \cdot R}{E}$$

$$\rho = 1 - \frac{\text{amperio} \cdot \text{ohmio}}{\text{voltio}} = 1 - \frac{\text{A} \cdot \Omega}{\text{V}}$$

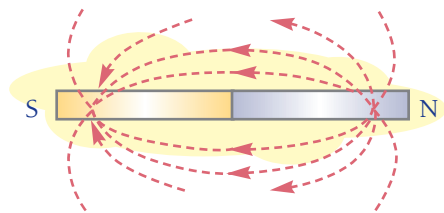
MAGNETISMO Y ELECTROMAGNETISMO

A) MAGNETISMO

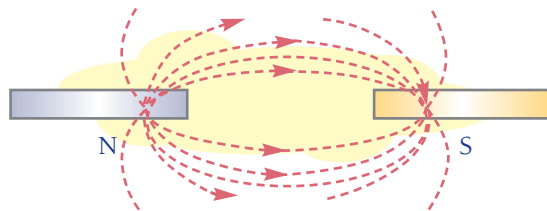
Propiedad que tienen algunos cuerpos de atraer el hierro, de acuerdo a ciertas leyes físicas.

LÍNEAS DE FUERZA DE UN CAMPO MAGNÉTICO

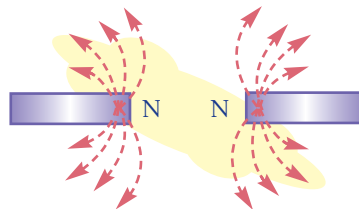
Son líneas imaginarias que van de un polo a otro polo de un imán.



Líneas de fuerzas magnéticas en un campo creado por polos diferentes:



Líneas de fuerza magnéticas en un campo creado por polos diferentes:



LEYES MAGNÉTICAS

1ra. LEY CUALITATIVA

“Polos iguales se repelen, polos contrarios se atraen”.

2da. LEY CUANTITATIVA (Coulomb Magnética)

“La fuerza de atracción o repulsión entre dos polos magnéticos es directamente proporcional a las masas magnéticas de los polos, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa”.

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

UNIDADES SI:

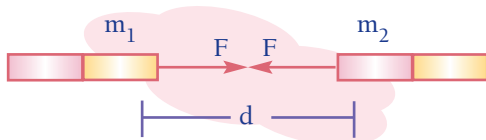
F = fuerza de atracción o repulsión, en “N”.

$m_1 \cdot m_2$ = masas magnéticas de los polos, en amperio . metro “A . m”.

d = distancia entre polos, en metros “m”.

K_M = constante magnética.

$$= 10^{-7} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{(\text{A} \cdot \text{m})^2}$$



DEFINICIÓN DE “A . m”

“La unidad de masa magnética “A . m” es la que es capaz de rechazar o atraer a otra masa magnética igual y que esté a 1 m de distancia, en el vacío, con una fuerza de 10^{-7} N”.

INTENSIDAD “B” DE UN PUNTO DEL CAMPO MAGNÉTICO

Es el poder magnético de un punto en las cercanías de un imán. Sea “ m_O ” una masa magnética de polo en un punto de un campo, la intensidad se expresa así:

$$\vec{B} = \frac{\vec{F}}{m_O}$$

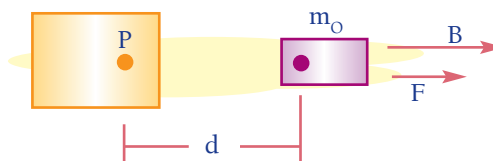
\vec{B} = intensidad del campo magnético, medido en teslas “T”.

Un submúltiplo de tesla es el gauss

$$1 \text{ T} = 10^4 \text{ G} \Rightarrow 1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T}$$

\vec{F} = fuerza, en “N”.

m_O = masa magnética, en “A . m”.



INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO PRODUCIDA POR UN POLO

$$\vec{B} = K_M \frac{M}{d^2}$$

\vec{B} = intensidad del campo magnético a la distancia “d”, en tesla “T”.

M = masa magnética del polo, en “A . m”.

d = distancia del polo a un punto del campo, en metros “m”.

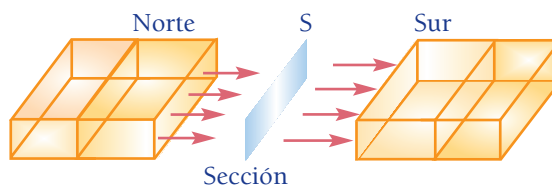
K_M = constante de permeabilidad magnética, en:

$$K_M = 10^{-7} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{(\text{A} \cdot \text{m})^2}$$

FLUJO MAGNÉTICO “ ϕ ”

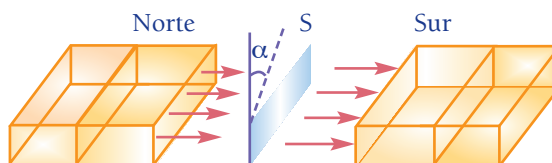
Se llama flujo magnético “ ϕ ” al número total de líneas magnéticas que atraviesan perpendicularmente una sección “S” determinada.

$$\phi = B \cdot S$$



Si el plano atravesado forma un ángulo “ α ” con las líneas magnéticas, el valor del flujo es:

$$\phi = B \cdot S \cos \alpha$$





DENSIDAD MAGNÉTICA “B”

Está dada por el número de líneas magnéticas que atraviesan una unidad de área.

$$B = \frac{\phi}{S}$$

NOTA.-

Convencionalmente la intensidad de flujo magnético y la densidad de flujo magnético son iguales.

ϕ = flujo magnético en weber “Wb”

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

B = densidad del flujo magnético, en T/m².

S = área en m².

B) ELECTROMAGNETISMO

Es el estudio de la relación que hay entre la corriente eléctrica y el magnetismo.

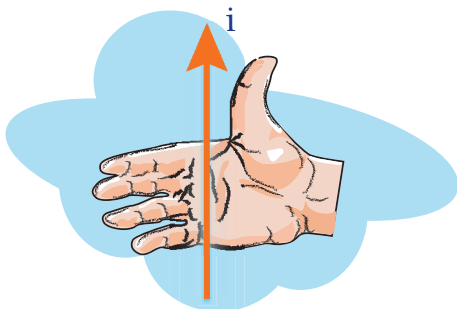
EFECTO OERSTED

“Siempre que por un conductor pasa corriente eléctrica, alrededor suyo se crea un campo magnético cuyas líneas de fuerza la envuelven, su sentido u orientación depende de la dirección de la corriente”.

Al campo magnético creado por la corriente que circula se le llama campo magnético inducido.

REGLA DE LA MANO DERECHA (de Ampere)

Poniendo la palma de la mano estirada sobre el conductor, con el pulgar apuntando el sentido de la corriente, los demás dedos indican hacia donde apuntan las líneas de fuerza del campo magnético.



LEY DE BIOY Y SAVART

“La intensidad magnética inducida en un punto cercano a un conductor recto y largo, por donde circula corriente eléctrica, es directamente proporcional a la intensidad de la corriente e inversamente proporcional a la distancia del punto considerado al conductor”.

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{R}$$

B = intensidad del campo, en teslas “T”.

i = intensidad de la corriente eléctrica, en amperes “A”.

R = distancia del punto en el campo al conductor en “m”.

K_M = constante magnética.

$$= 10^{-7} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{(\text{A} \cdot \text{m})^2}$$

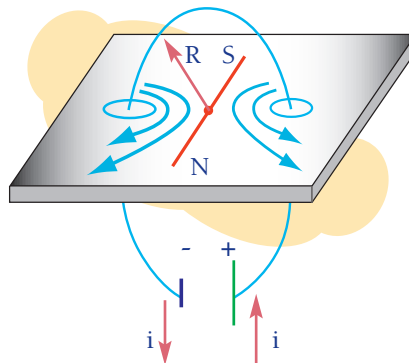
INTENSIDAD DE CAMPO CREADA POR UN CONDUCTOR CIRCULAR

a) En el centro:

$$B_c = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i}{R}$$

b) En un punto del eje:

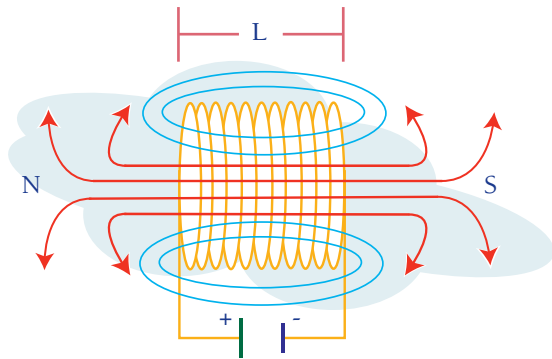
$$B_p = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{iR^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$



LEY DE LA CIRCULACIÓN DE AMPERE

INTENSIDAD DE CAMPO EN EL INTERIOR DE UN SOLENOIDE:

Solenoides es un alambre enrollado, por donde circula la corriente, y que tienen la forma de un resorte.



Es un espiral de un alambre conductor de corriente eléctrica.

$$B = \mu_0 \frac{N \cdot i}{L}$$

o:

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i$$

\$B\$ = intensidad del campo magnético, en teslas "T".

\$N\$ = números de espiras.

\$i\$ = intensidad de la corriente, en "A".

\$L\$ = longitud del solenoide, en "m".

\$\mu_0\$ = permeabilidad del espacio libre .
 $= 4 \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

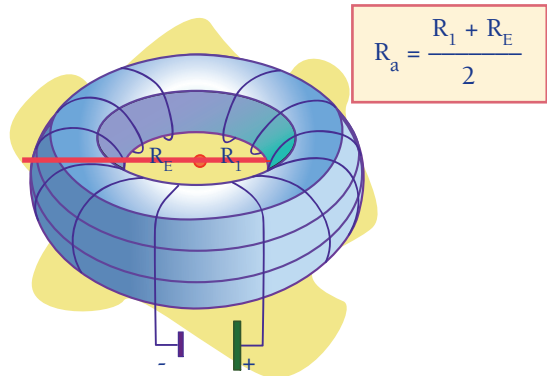
Si: \$\frac{N}{L} = n\$, se tiene la segunda fórmula

BOBINA, SOLENOIDE ANULAR O TOROIDAL DE ROWLAND

Cuando se junta los extremos de un solenoide, arqueándolo, para hacer una corona o anillo, ocurre que:

- 1) En el extremo, el campo magnético es cero.
- 2) En el interior, el valor de "H" es igual en cualquier punto.
- 3) El radio para el cálculo es el radio medio.

INTENSIDAD DEL CAMPO EN EL INTERIOR DE UN TOROIDE



$$R_a = \frac{R_1 + R_E}{2}$$

$$B = \mu_0 \cdot \frac{i}{2\pi R_a} \cdot N$$

o:

$$B = 2 K_M \cdot \frac{i}{R_a} \cdot N$$

FLUJO "φ" A TRAVÉS DE UN SOLENOIDE: (Cuando el núcleo es aire)

$$\phi = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot i$$

FLUJO "φ" A TRAVÉS DE UN SOLENOIDE: (Cuando el núcleo no es aire)

$$\phi = 4 K_M \cdot \mu_r \cdot \frac{N}{L} \cdot i \cdot S$$

o:

$$\phi = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N}{L} \cdot i \cdot S$$

o:

$$\phi = \mu \cdot \frac{N}{L} \cdot i \cdot S$$



ϕ = flujo, en webers ($1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$)

i = intensidad de corriente, en amperios “A”.

$n = \frac{N}{L}$, número de espiras por unidad de longitud (# espiras/m).

S = área circular de la bobina, en m^2 .

μ = permeabilidad magnética del material.

μ_0 = permeabilidad magnética del espacio libre o vacío.

$$K_M = \frac{\mu_0}{4\pi}$$

PERMEABILIDAD MAGNÉTICA RELATIVA “ μ_r ”

$$\mu_0 = \frac{B_N}{B}$$

o:

$$\mu_0 = \frac{\phi_m}{\phi}$$

o:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

μ_r = permeabilidad relativa de una material.

ϕ_m = flujo magnético en un material.

ϕ = flujo magnético en el espacio libre o vacío.

DENSIDAD DEL FLUJO INDUCIDO “B” A TRAVÉS DEL NÚCLEO

$$B = \frac{\phi}{S}$$

B = densidad magnética de flujo inducido, en teslas “T”.

ϕ = flujo magnético, en webers “Wb”.

S = sección del solenoide, en m^2 .

NOTA:

La densidad magnética con la intensidad magnética o inducción magnética se igualan (es el mismo concepto).

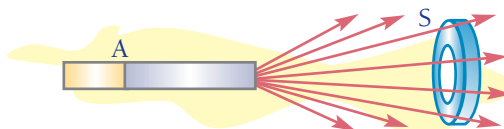
EFECTO FARADAY

Es un efecto contrario al de Oersted, es decir que el magnetismo produce corriente eléctrica.

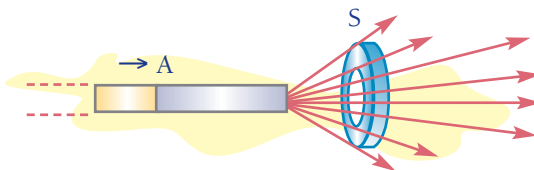
Cuando se acerca y se aleja un imán a un solenoide, se crea en el solenoide una corriente que Faraday la llamó “corriente inducida”.

Sea un imán “A” con sus líneas de fuerza y un solenoide “S”:

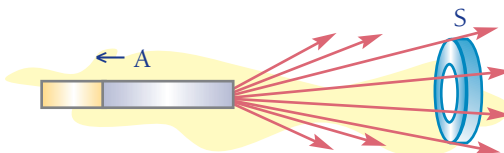
- 1) Si el imán no se mueve, el número de líneas que atraviesa el solenoide no varía. No hay corriente inducida.



- 2) Si el imán se acerca, el número de líneas que atraviesa el solenoide aumenta. Hay corriente inducida.



- 3) Si el imán se aleja, el número de líneas que atraviesa el solenoide disminuye. Hay corriente de sentido contrario al anterior.



- 4) Si el imán se acerca y se aleja repetida y rápidamente, el número de líneas que atraviesa el solenoide también aumenta rápidamente y como consecuencia la intensidad de la corriente inducida aumenta. La corriente que circula por el solenoide es CORRIENTE ALTERNA.

Sea ϕ_1 el flujo inicial y sea ϕ_2 el flujo final de mayor valor, la variación del flujo es:

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$$

La velocidad o rapidez de variación del flujo será:

$$v = \frac{\Delta\phi}{t}$$

LEY DE FARADAY

“La fuerza electromotriz inducida en un solenoide es directamente proporcional, pero de signo contrario, al número de espiras del solenoide y a la rapidez con que cambia el flujo magnético que encierra”.

$$F = - \frac{N \cdot \Delta\phi}{\Delta t}$$

F = fuerza electromotriz, en voltios “V”.

N = número de espiras.

$\Delta\phi$ = variación del flujo magnético, en “Wb”.

Δt = período de tiempo en “s”.

ÓPTICA

Es el estudio de la luz, así como de todos los fenómenos relacionados con ella.

Según Newton, la luz es una emisión corpuscular de los cuerpos.

Según Huygens, la luz es un fenómeno ondulatorio. Maxwell sostenía que la luz está constituida por ondas transversales de naturaleza electromagnética.

Plank postula la teoría de los “cuanta”. Según esta teoría la energía de un haz luminoso está concentrada en paquetes constituyendo corpúsculos energéticos o fotones.

Actualmente se cree en la doble naturaleza de la luz: corpuscular y ondulatoria.

VELOCIDAD DE LA LUZ

$$300\,000 \text{ km/s}$$

UNIDAD DE INTENSIDAD DE LA LUZ

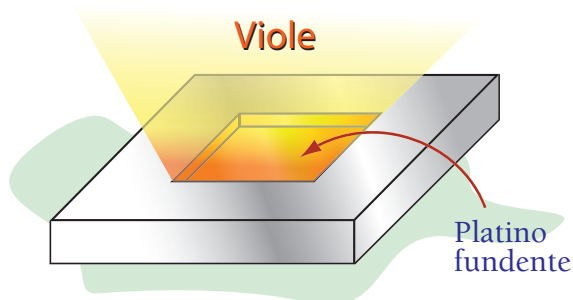
“Viole es la intensidad de la luz emitida por una plancha de platino de 1cm² en estado fundente”.

$$1 \text{ candela} = \frac{1}{20} \text{ Viole}$$

$$1 \text{ bujía} = \frac{1}{20} \text{ Viole}$$

∴

$$1 \text{ cad} = 1 \text{ bujía}$$



A) ILUMINACIÓN

Es la incidencia de los rayos luminosos sobre una superficie.

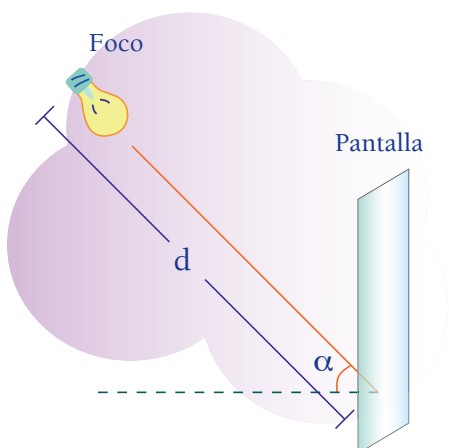
UNIDAD DE ILUMINACIÓN “E”

$$E = \frac{I \cos \alpha}{d^2} \quad 1 \text{ lux} = \frac{1 \text{ bujía}}{1 \text{ cm}^2}$$

E = iluminación, en lux.

I = intensidad luminosa, en bujías.

d = distancia del foco a la zona iluminada, en cm



FLUJO LUMINOSO “f”

Es la intensidad de carga luminosa recibida por una superficie.

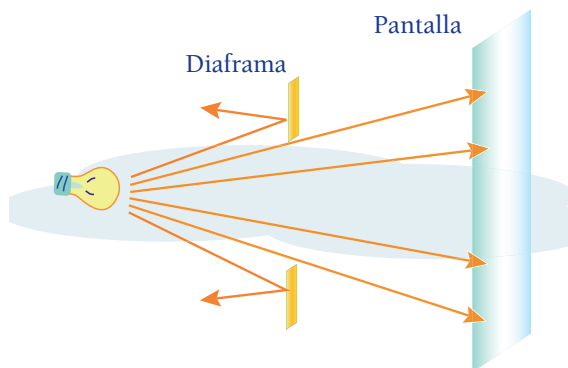
$$f = E \cdot A$$

f = flujo luminoso, en lúmenes.

E = iluminación, en lux.

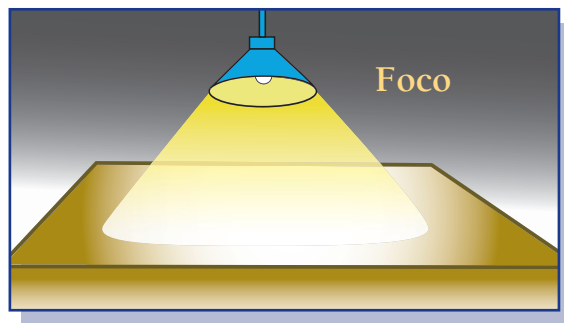
A = área iluminada, en m².

$$1 \text{ lumen} = 1 \text{ lux} \cdot 1 \text{ m}^2$$



INTENSIDAD LUMINOSA “I”

Es la cantidad de flujo emitido por un manantial por cada unidad de ángulo sólido.



$$I = \frac{f}{\omega}$$

I = intensidad luminosa, en bujías.

f = flujo luminoso, en lúmenes.

ω = ángulo sólido, en estereoradianes o radianes.

FLUJO TOTAL DE INTENSIDAD “f_T”

$$f_T = 4\pi \cdot I$$

f_T = flujo total de iluminación, en lúmenes.

π = en radianes.

I = intensidad luminosa, en bujías.

UNIDADES FOTOMÉTRICAS S.I. (S.I. = Systeme International d'Unites)

Propiedad que se mide	Unidad S.I.	Símbolo
Intensidad luminosa (I)	Candela	cd
Flujo luminoso (φ)	Lumen	lm
Iluminación (E)	Lux (lm/m ²)	Ix
Luminancia (L)	cd/m ²	cd/m ²

REFLEXIÓN DE LA LUZ

Es el rebote que experimentan los rayos luminosos al incidir sobre una superficie, cambiando de dirección. La superficie puede ser rugosa o pulimentada, dando origen reflexión “difusa” y reflexión “regular”, respectivamente.

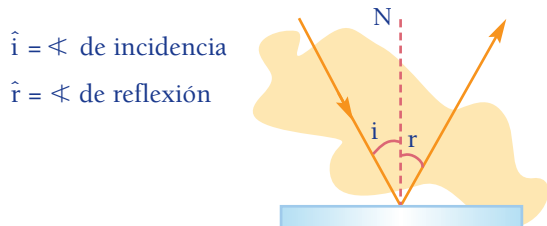
LEYES DE LA REFLEXIÓN REGULAR

“El ángulo “i” de incidencia es igual al ángulo “r” de reflexión”.

“El rayo de incidencia, el rayo de reflexión y la normal están en un mismo plano perpendicular al plano de incidencia”.

ÁNGULO DE INCIDENCIA “i” y ÁNGULO DE REFLEXIÓN “r”

NORMAL “N” es una recta perpendicular al plano en el punto de incidencia del rayo luminoso.



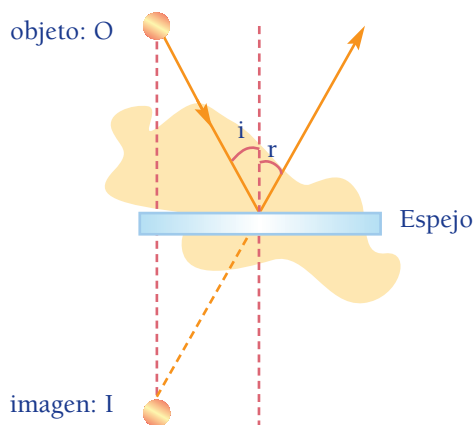
ESPEJOS

Son superficies pulimentadas que sirven para producir reflexión regular y producir imágenes. Los espejos pueden ser planos o esféricos.

ESPEJOS PLANOS

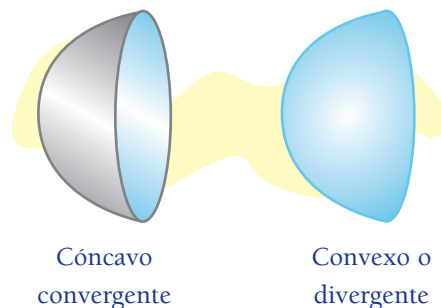
Son superficies pulimentadas planas que al incidir los rayos luminosos proporcionan una imagen de las siguientes características:

- Derecha.
- Virtual, es decir detrás del espejo.
- Del mismo tamaño del objeto.
- Simétrico con respecto al espejo.

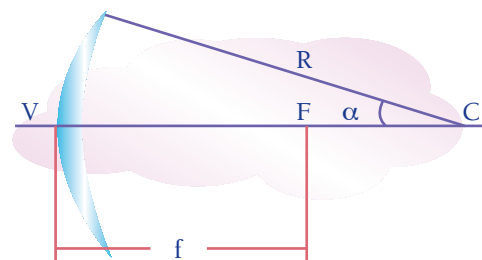


ESPEJOS ESFÉRICOS

Son casquetes esféricos pulidos. Si está pulido por dentro el espejo es cóncavo o convergente; si está pulido por fuera el espejo es convexo o divergente.



ELEMENTOS DE UN ESPEJO ESFÉRICO

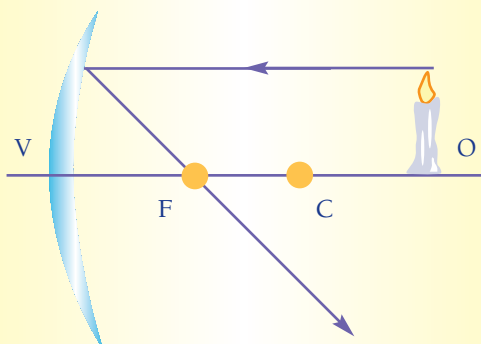


- CENTRO DE CURVATURA**, es el centro “C” de la esfera.
- POLO DEL CASQUETE**, es el vértice “V”.
- EJE PRINCIPAL**, es la recta que une el vértice “V” y el centro de curvatura “C”.
- ABERTURA**, es el ángulo “ α ” formado por el eje principal y el radio que pasa por el borde del espejo. Normalmente los espejos esféricos no tienen más de 10° de abertura, lo que significa que su radio siempre es muy grande.
- FOCO PRINCIPAL**, es el punto “F” del eje principal por donde pasan los rayos reflejados del espejo.
- DISTANCIA FOCAL**, es la distancia “f” del foco principal al vértice “V” del espejo, su valor: $f = R/2$.
- EJE SECUNDARIO**, es cualquier eje que no sea el principal y que pasa por el centro “C” del espejo.

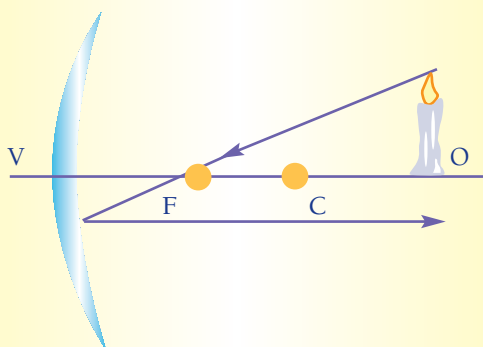


RAYOS PRINCIPALES

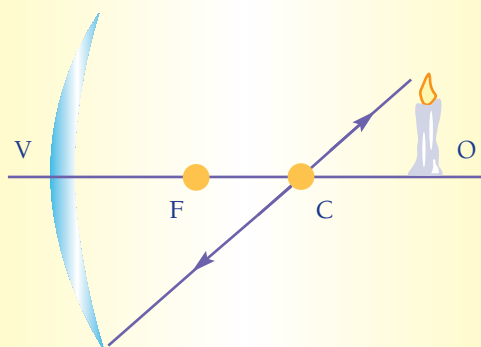
1. Todo rayo paralelo al eje principal, se refleja pasando por el foco "F".



2. Todo rayo que pasa por el foco "F", se refleja paralelo al eje principal.



3. Todo rayo que pasa por el centro de curvatura "C", se refleja sobre sí mismo.



POSICIÓN DEL OBJETO Y LA IMAGEN EN UN ESPEJO CONCAVO

Cuando el objeto está más allá del centro de curvatura.

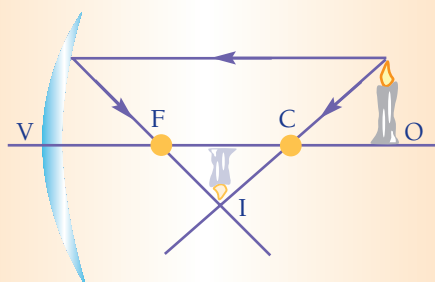


Imagen:

Real Invertida de menor tamaño

El objeto está sobre el centro de curvatura:

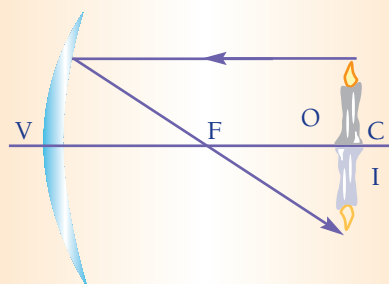


Imagen:

Real Invertida del mismo tamaño del objeto

El objeto esté entre el foco y el centro de curvatura:

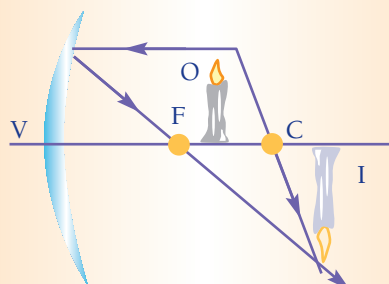


Imagen:

Real Invertida de mayor tamaño

El objeto está sobre el foco:

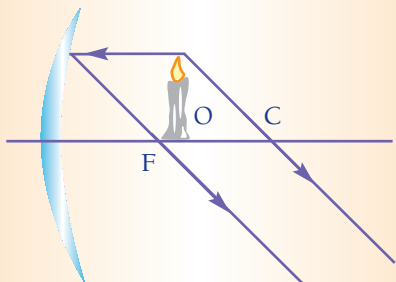


Imagen:

Los rayos reflejados no se cortan, luego no hay imagen, o la imagen está en el infinito.

El objeto está entre el foco y el vértice

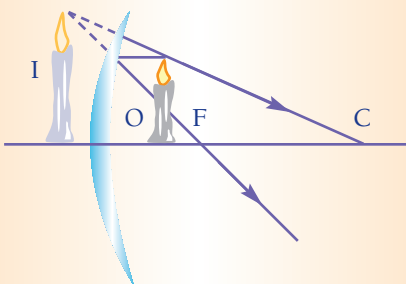


Imagen:

Virtual, porque se cortan en la prolongación del rayo reflejado.

Derecha de mayor tamaño que el objeto.

Cuando se trata de punto que está en el eje principal:

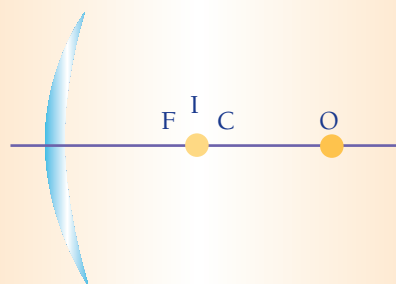


Imagen:

En el eje principal.

IMAGEN DE UN ESPEJO CÓNCAVO

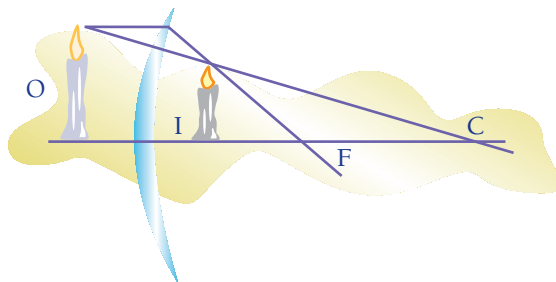


Imagen:

Virtual derecha más chica que el objeto.

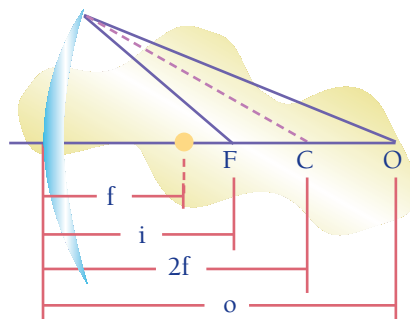
POSICIÓN DE LA IMAGEN (Fórmula de Descartes):

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{i} + \frac{1}{o}$$

f = distancia del foco al vértice.

i = distancia de la imagen al vértice.

o = distancia del objeto al vértice.



NOTA:

1) Esta fórmula es válida para espejos cóncavos y convexas.

2) Signos de las imágenes: imagen real + i , imagen virtual: - i .

3) Signos de las magnitudes:

Para espejos cóncavos:

R y F son positivos (+)

Para espejos convexas:

R y F son negativos (-)



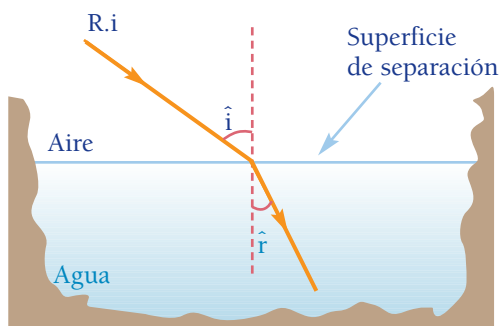
TAMAÑO DE LA IMAGEN “I” (“O” tamaño del objeto)

$$I = O \frac{i}{o}$$

C) REFRACCIÓN DE LA LUZ

Es el fenómeno físico que consiste en el cambio de dirección que experimenta un rayo luminoso al incidir en la superficie de separación entre dos medios de distinta densidad, debido a que el rayo luminoso cambia su velocidad.

La refracción se produce cuando el rayo luminoso incide en forma oblicua a la superficie de separación entre dos medios distintos.



LEYES DE LA REFRACCIÓN

1ra. LEY: Es cualitativa:

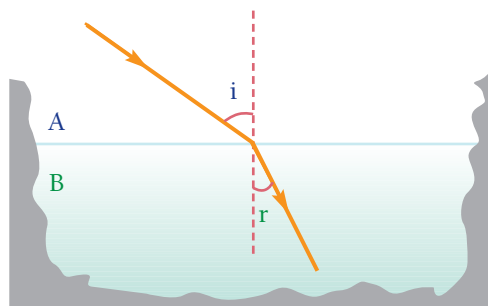
“El rayo incidente, la normal y el rayo refractado están en un mismo plano, llamado plano de incidencia”.

2da. LEY: Es cuantitativa:

“La relación del seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es constante e igual al índice de refracción”.

$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = n_{A-B}$$

n_{A-B} = índice de refracción del medio B con respecto al medio A.



ÍNDICES DE REFRACCIÓN

ÍNDICE DE REFRACCIÓN ABSOLUTO “n”

$$n = \frac{C}{V}$$

n = índice de refracción.

C = velocidad de la luz en el vacío 300 000 km/s

V = velocidad de la luz en el otro medio.

ÍNDICE DE REFRACCIÓN RELATIVO “ n_{A-B} ”

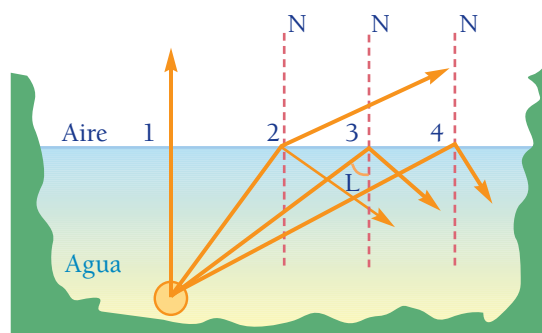
$$n_{A-B} = \frac{V_A}{V_B}$$

V_A = velocidad de la luz en el medio A.

V_B = velocidad de la luz en el medio B.

ÁNGULO LÍMITE Y REFLEXIÓN TOTAL : “L”

Cuando la luz va del agua al aire:



- El rayo 1 pasa de frente, no refracta ni refleja.
- El rayo 2 refracta y refleja.
- El rayo 3 refracta a 90° y refleja.
- El rayo 4 todo refleja porque el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo límite “L”.

$$\text{Sen} L = \frac{1}{n}$$

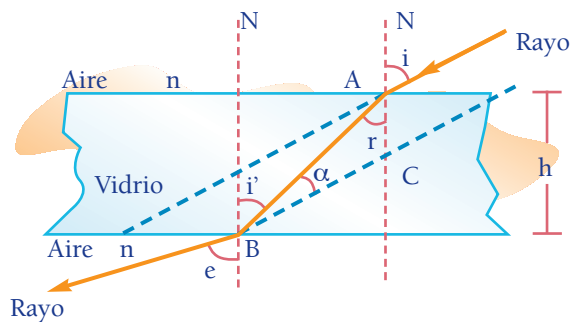
n = índice de refracción del agua con respecto al aire.

L = ángulo límite de refracción.

LÁMINA DE CARAS PARALELAS. DESPLAZAMIENTO "d" DEL RAYO

Sea por ejemplo el vidrio de una ventana de espesor " h ", a través del cual pasa un rayo de luz.

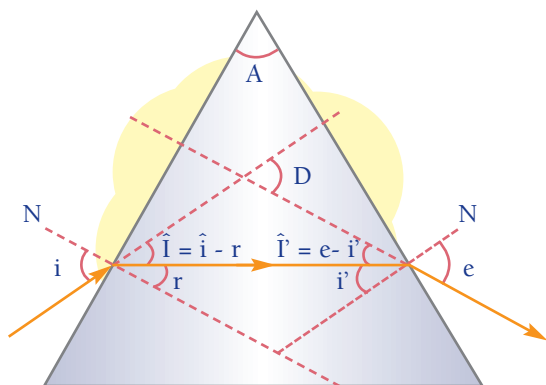
$$d = \frac{h}{\cos \hat{r}} \cdot \text{sen} (\hat{i} - \hat{r})$$



PRISMA ÓPTICO. CALCULO "D" DE DESVIACIÓN

$$\frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \frac{\text{sen } \hat{e}}{\text{sen } \hat{i}'} = n$$

$$D = \hat{i} + \hat{e} - \hat{A}$$



DESVIACIÓN MÍNIMA DE PRISMA:

Sucede cuando $\hat{e} = \hat{i}$

\therefore

$$D_m = 2i - A$$

ÍNDICE DE REFRACCIÓN CON DESVIACIÓN MÍNIMA:

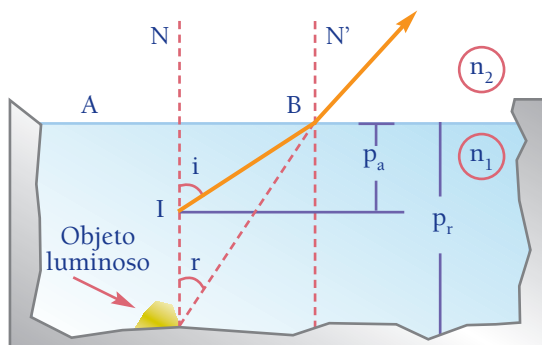
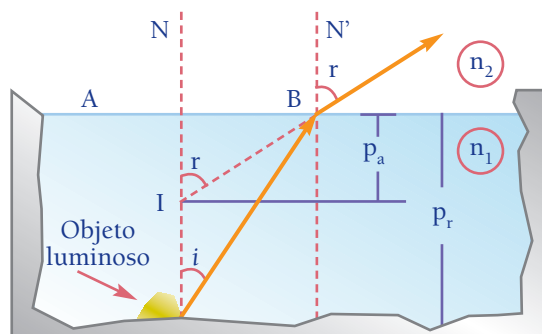
$$n = \frac{\text{sen} \frac{D_m + A}{2}}{\text{sen} \frac{A}{2}}$$

IMÁGENES POR REFRACCIÓN

Cuando un cuerpo está sumergido

Determinación de profundidad aparente " p_a " o profundidad aparente " p_a " o profundidad real " p_r ".

$$\frac{p_a}{p_r} = \frac{n_2}{n_1}$$





LENTEs

Son cuerpos refractantes, refrigerantes, limitados por dos superficies o ambas esféricas, o una esférica y la otra plana.

CONVERGENTES		
Biconvexa	Plano cóncava	Cóncavo cóncava o Menisco convergente

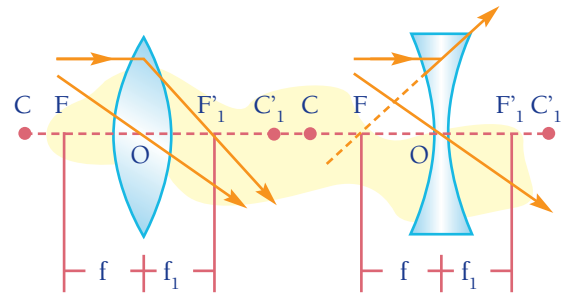
DIVERGENTES		
Biocóncava	Plano cóncava	Convexo cóncava o Menisco divergente

ELEMENTOS DE LAS LENTES

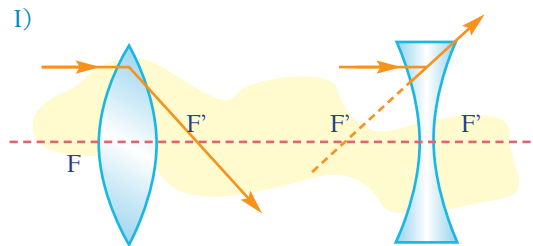
- 1) Eje principal "CC₁"
- 2) Centro de curvatura "CC" y C₁"
- 3) Centro óptico
- 4) Foco principal "F"
- 5) Distancia focal "OF" = $f = R/2$

$$CF = FO$$

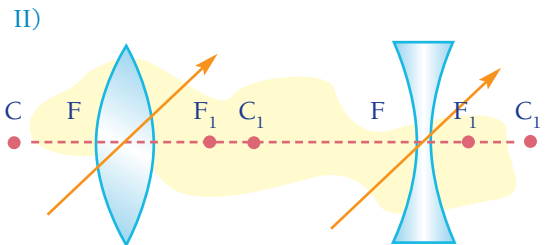
$$\text{y } OF'_1 = F'_1 C'_1$$



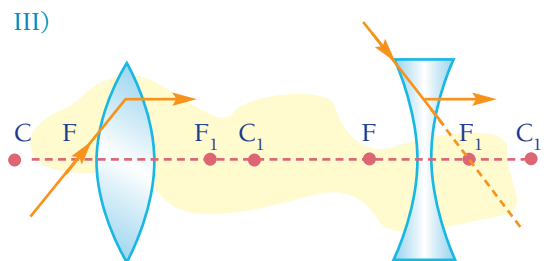
RAYOS PRINCIPALES EN LAS LENTES CONVERGENTES Y DIVERGENTES



Todo rayo paralelo al eje principal, en una lente convergente, se refracta pasando por el foco. Si la lente es divergente, la prolongación del rayo refractado es la que pasa por el foco.



Todo rayo que pasa por el centro óptico no se desvía, sea la lente cóncava o convergente.



Todo rayo que pasa por el foco de una lente convergente, que incide en una lente, se refracta paralelo al eje principal. Todo rayo que incide en una lente divergente, cuya prolongación pasa por el foco se refracta paralelo al eje principal.

CONSTRUCCIÓN Y POSICIÓN DE IMÁGENES DE LENTES CONVERGENTES

- 1) Objeto más allá del centro de curvatura, es decir:
 $p > 2f$

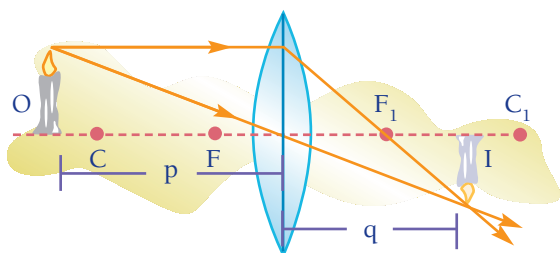


Imagen:

Real invertida de menor tamaño que el objeto.

- 2) Objeto en el centro de curvatura; es decir: $p = 2f$

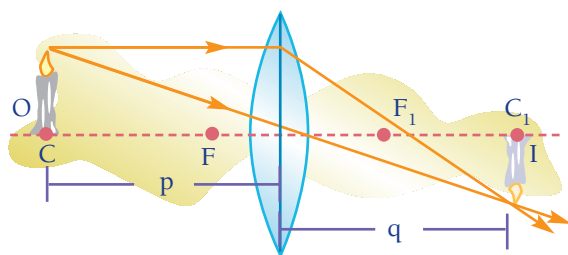


Imagen:

Real invertida de igual tamaño que el objeto.

- 3) Objeto entre el centro de curvatura y el foco:
 $2f > p > f$

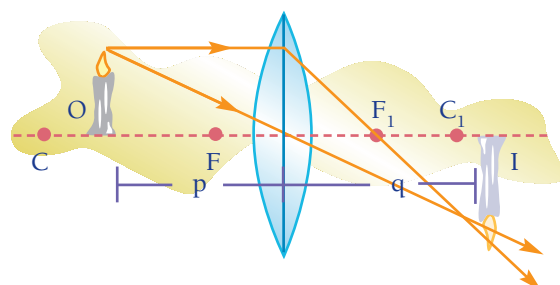


Imagen:

Real invertida de mayor tamaño que el objeto.

- 4) Objeto en el foco principal: $p = f$

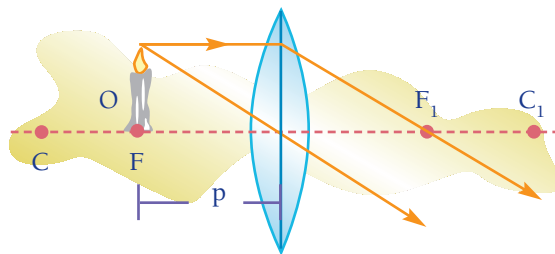


Imagen:

No hay imagen, o la imagen está en el infinito.

- 5) Objeto entre el foco principal y el centro óptico:
 $f > p$

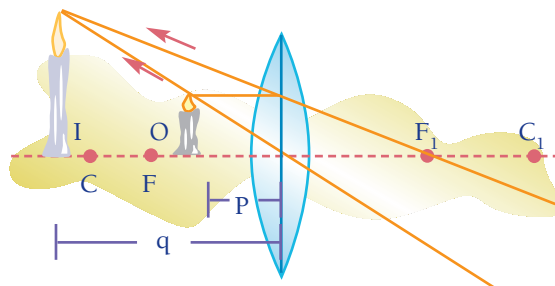


Imagen:

Virtual derecha de mayor tamaño que el objeto.

FÓRMULA DE DESCARTES PARA LAS LENTES

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{q} + \frac{1}{p}$$

f = distancia focal = $R/2$.

q = distancia de la imagen a la lente.

p = distancia del objeto a la lente.

CONSTRUCCIÓN DE LA IMAGEN DE UNA LENTE DIVERGENTE

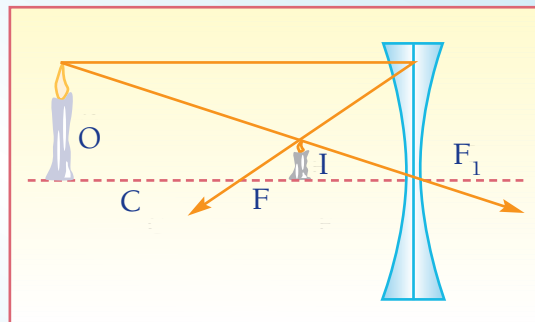
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{q} + \frac{1}{p}$$



NOTA:

En el caso de las lentes divergentes, téngase presente que:

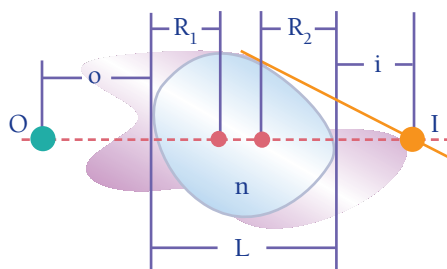
- a) Siempre: $f < 0$, es decir negativo.
- b) La distancia “p” del objeto a la lente, siempre es de signo contrario al de la distancia “q”.



POTENCIA DE UNA LENTE

$$P = \frac{1}{f}$$

Unidades SI: Dioptría = $\frac{1}{\text{metro}}$



AUMENTO DE LA LENTE

El aumento tiene signo negativo por estar la imagen invertida.

$$A = - \frac{q}{p}$$

POTENCIA DE LENTES DE CONTACTO

$$P = P_1 + P_2$$

\therefore

$$P = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

LENES GRUESAS DE DOS CARAS DE CURVATURA

“ECUACIÓN DEL FABRICANTE DE LENTES”,
Potencia:

$$P = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

