



UNIREMINGTON®
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON
RES. 2661 MEN JUNIO 21 DE 1996

FÍSICA II
INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

Vicerrectoría de Educación a Distancia y virtual

2016



El módulo de estudio de la asignatura Física II es propiedad de la Corporación Universitaria Remington. Las imágenes fueron tomadas de diferentes fuentes que se relacionan en los derechos de autor y las citas en la bibliografía. El contenido del módulo está protegido por las leyes de derechos de autor que rigen al país.

Este material tiene fines educativos y no puede usarse con propósitos económicos o comerciales.

AUTOR

Pablo Emilio Botero Tobón

pbotero@uniremington.edu.co

Nota: el autor certificó (de manera verbal o escrita) No haber incurrido en fraude científico, plagio o vicios de autoría; en caso contrario eximió de toda responsabilidad a la Corporación Universitaria Remington, y se declaró como el único responsable.

RESPONSABLES

Jorge Mauricio Sepúlveda Castaño

Decano de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería

jsepulveda@uniremington.edu.co

Eduardo Alfredo Castillo Builes

Vicerrector modalidad distancia y virtual

ecastillo@uniremington.edu.co

Francisco Javier Álvarez Gómez

Coordinador CUR-Virtual

falvarez@uniremington.edu.co

GRUPO DE APOYO

Personal de la Unidad CUR-Virtual

EDICIÓN Y MONTAJE

Primera versión. Febrero de 2011.

Segunda versión. Marzo de 2012

Tercera versión. noviembre de 2015

Cuarta Versión. 2016

Derechos Reservados



Esta obra es publicada bajo la licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 2.5 Colombia.

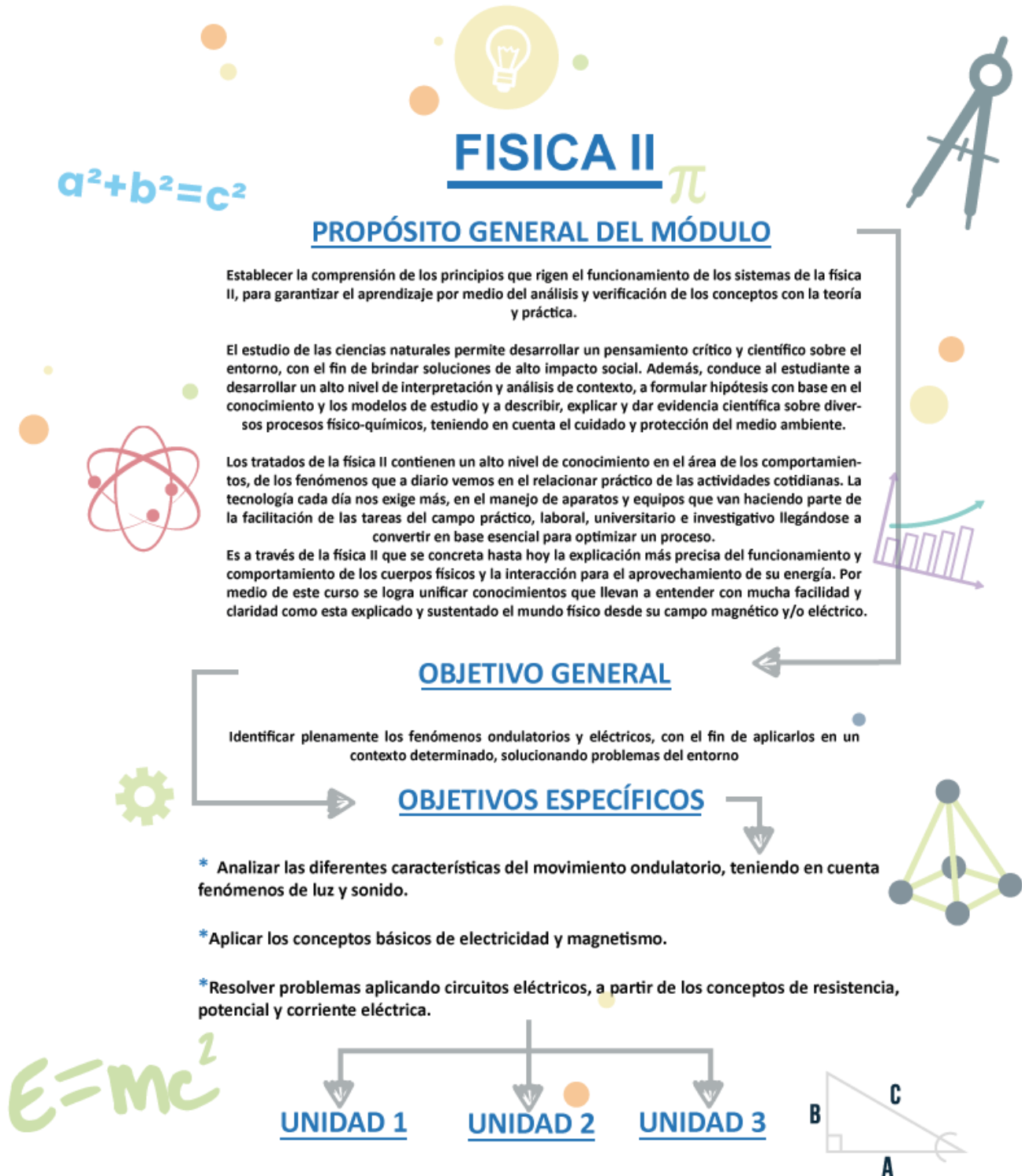
TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 MAPA DE LA ASIGNATURA.....	6
2 UNIDAD 1 MOVIMIENTO ONDULATORIO	7
2.1 TEMA 1 MOVIMIENTO OSCILATORIO	10
2.1.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE	23
2.1.2 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	30
2.2 TEMA 2 ONDAS	41
2.2.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	47
2.3 TEMA 3 FENÓMENOS ONDULATORIOS	57
2.3.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE	75
2.3.2 EJERCICIO DE APRENDIZAJE	78
2.3.3 EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO	78
3 UNIDAD 2 Teoría Electromagnética	86
3.1 TEMA 1 CARGA ELÉCTRICA	88
3.1.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE	97
3.2 TEMA 2 CARGA ELECTROSTÁTICA.....	97
3.3 TEMA 3 LEY DE COULOMB	103
3.3.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	105
3.4 TEMA 4 FUERZA ELÉCTRICA	107
3.5 TEMA 5 CAMPO ELÉCTRICO	109
3.5.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE	113
3.5.2 EJERCICIO DE APRENDIZAJE	115
3.6 TEMA 6 ENERGÍA ELÉCTRICA Y POTENCIAL ELÉCTRICO	120

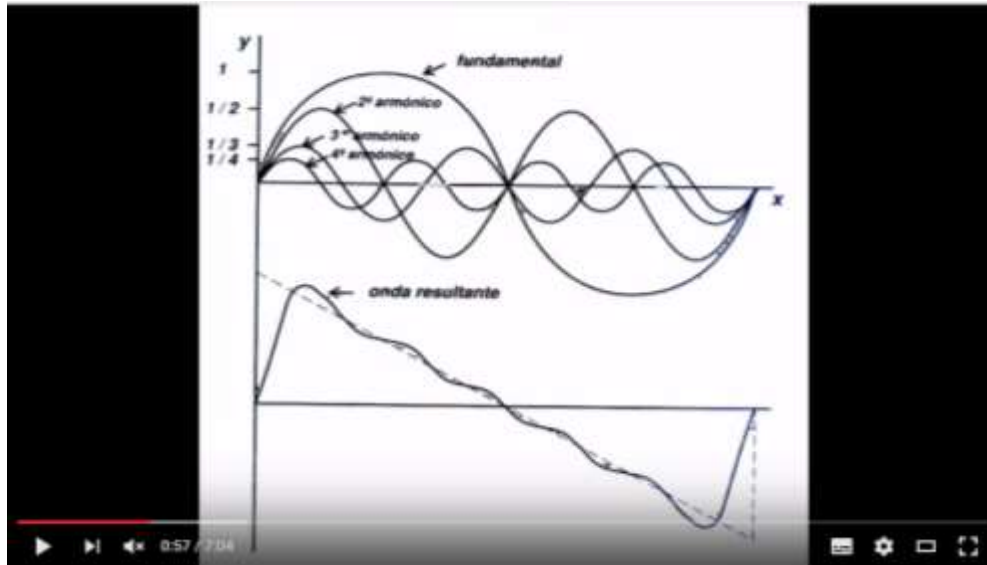
3.6.1	EJERCICIO DE APRENDIZAJE	122
3.6.2	EJERCICIO DE APRENDIZAJE 2	123
3.6.3	EJERCICIO DE APRENDIZAJE 3	124
3.7	TEMA 7 CAPACITANCIA Y DIELECTRICA	125
3.7.1	EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	134
3.8	TEMA 8 MAGNETISMO	135
3.8.1	EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	144
3.8.2	EJERCICIO DE APRENDIZAJE	147
3.8.3	EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	157
3.8.4	EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO	164
4	UNIDAD 3 CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	178
4.1	TEMA 1 ELEMENTOS DE UN CIRCUITO	181
4.1.1	EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	186
4.2	TEMA 2 MONTAJE DE CIRCUITOS Y RESISTENCIAS	189
4.2.1	EJERCICIO DE APRENDIZAJE	194
4.2.2	EJERCICIOS DE APRENDIZAJE:	198
4.3	TEMA 3 MALLAS Y LEYES DE KIRCHHOFF	199
4.3.1	EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	207
4.4	TEMA 4 CIRCUITOS CR	209
4.4.1	EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	212
4.5	TEMA 5 AMPERÍMETROS Y VOLTÍMETROS	213
4.5.1	EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	221
4.6	TEMA 6 CIRCUITOS DOMÉSTICOS Y SEGURIDAD ELÉCTRICA.....	222
4.6.1	EJERCICIOS DE APRENDIZAJE	225

4.6.2	EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO	226
5	GLOSARIO.....	237
6	PISTAS DE APRENDIZAJE	241
7	BIBLIOGRAFÍA.....	249

1 MAPA DE LA ASIGNATURA



2 UNIDAD 1 MOVIMIENTO ONDULATORIO

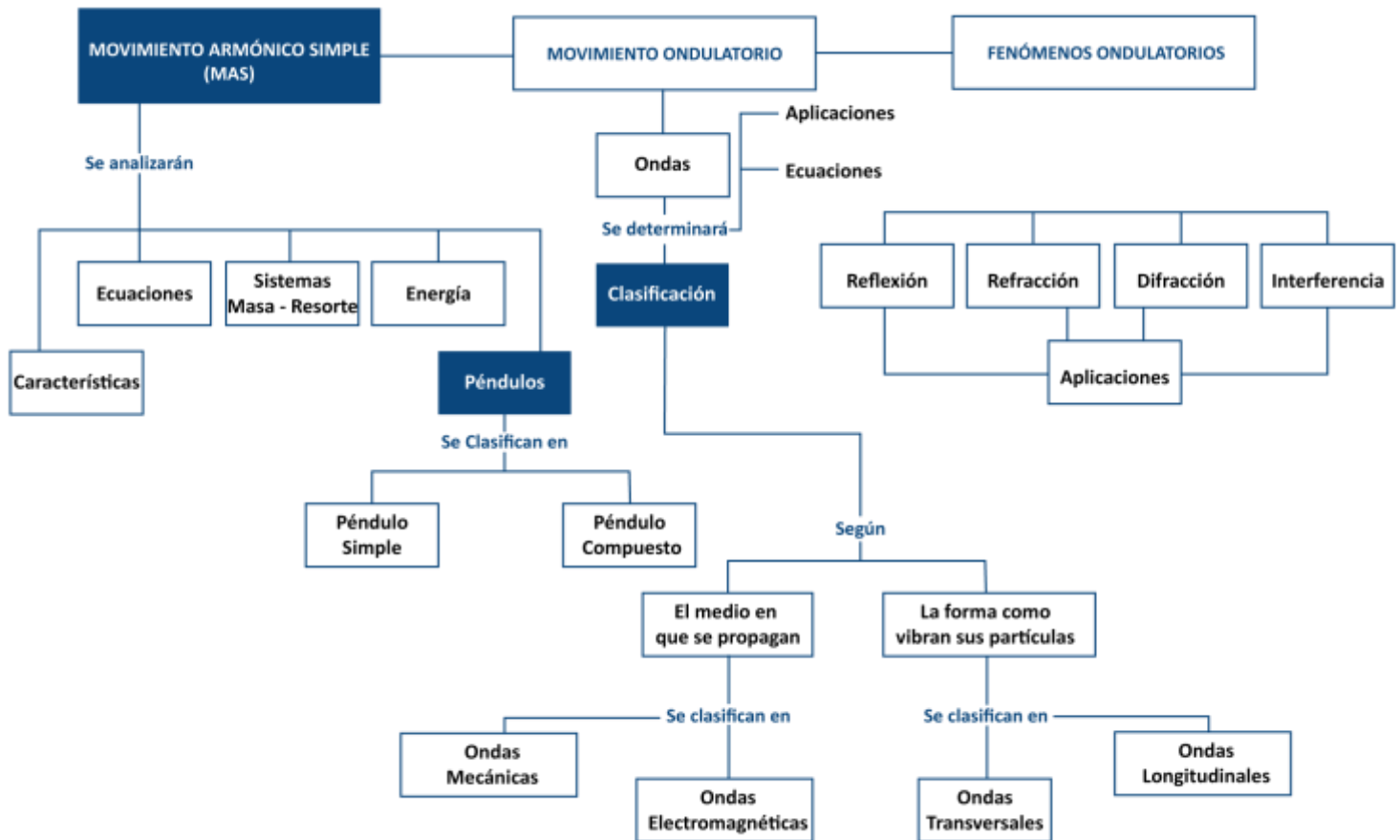


Movimiento ondulatorio: [Enlace](#)



El movimiento ondulatorio: [Enlace](#)

RELACIÓN DE CONCEPTOS



Difracción: En física, la difracción es un fenómeno característico de las ondas que se basa en la desviación de estas al encontrar un obstáculo o al atravesar una rendija. La difracción ocurre en todo tipo de ondas, desde ondas sonoras, ondas en la superficie de un fluido y ondas electromagnéticas como la luz visible y las ondas de radio. También sucede cuando un grupo de ondas de tamaño finito se propaga; por ejemplo, por causa de la difracción, el haz colimado de ondas de luz de un láser debe finalmente divergir en un rayo más amplio a una cierta distancia del emisor.

Energía: En física, «energía» se define como la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía, «energía» se refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico.

Interferencia: En física, la interferencia es un fenómeno en el que dos o más **ondas** se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud. El efecto de interferencia puede ser observado en cualquier tipo de ondas, como luz, radio, sonido, ondas en la superficie del agua, etc.

Movimiento Armónico Simple (MAS): El movimiento armónico simple (m.a.s.), también denominado movimiento vibratorio armónico simple (**m.v.a.s.**), es un movimiento periódico, y vibratorio en ausencia de fricción, producido por la acción de una fuerza recuperadora que es directamente proporcional a la posición.

Onda: En física, una onda consiste en la propagación de una perturbación de alguna propiedad de un medio, por ejemplo, densidad, presión, campo eléctrico o campo magnético, a través de dicho medio, implicando un transporte de energía sin transporte de materia. El medio perturbado puede ser de naturaleza diversa como aire, agua, un trozo de metal e, incluso, inmaterial como el vacío.

Péndulo: El péndulo (del lat. *pendŭlus*, pendiente)¹ es un sistema físico que puede oscilar bajo la acción gravitatoria u otra característica física (elasticidad, por ejemplo) y que está configurado por una masa suspendida de un punto o de un eje horizontal fijos mediante un hilo, una varilla, u otro dispositivo que sirve para medir el tiempo. Puede producir aleatoriamente aumento, disminución o neutralización del movimiento.

Reflexión: La reflexión; en óptica, fenómeno por el cual un rayo de luz que incide sobre una superficie es reflejado.

La **reflexión interna total**; en óptica, efecto que ocurre cuando la luz se mueve desde un medio a otro que tiene un índice de refracción menor.

La **reflexión**; en mecánica ondulatoria y acústica, fenómeno por el cual se refleja una onda

Refracción: La refracción es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro. Solo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si estos tienen índices de refracción distintos. La refracción se origina en el cambio de velocidad de propagación de la onda señalada.

Definiciones tomadas de Wikipedia Enciclopedia Libre

OBJETIVO GENERAL

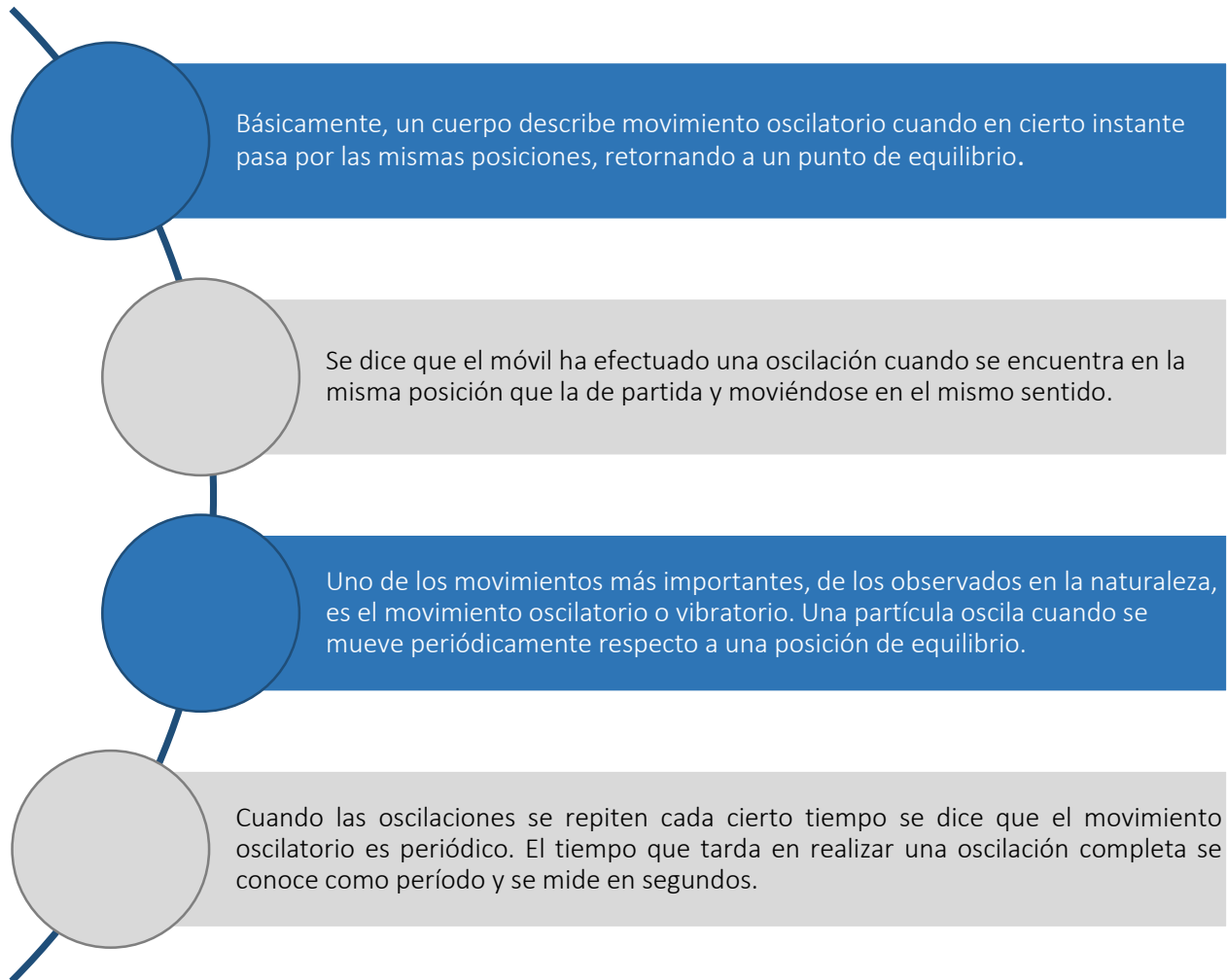
Analizar las diferentes características del movimiento ondulatorio, teniendo en cuenta fenómenos de Luz y Sonido.

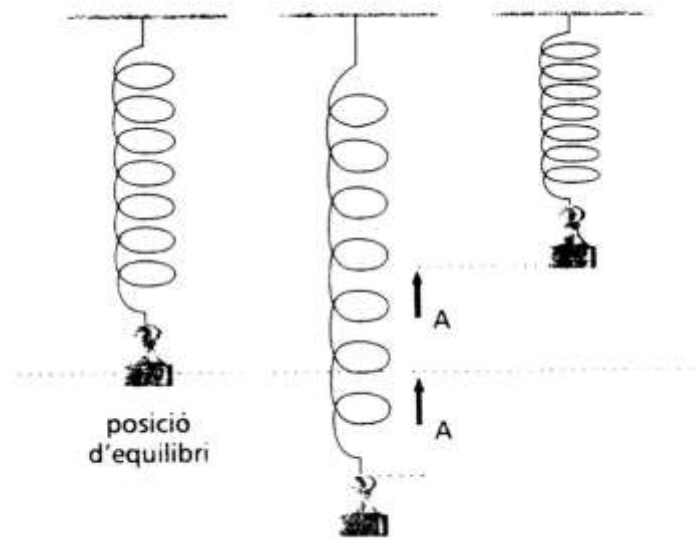
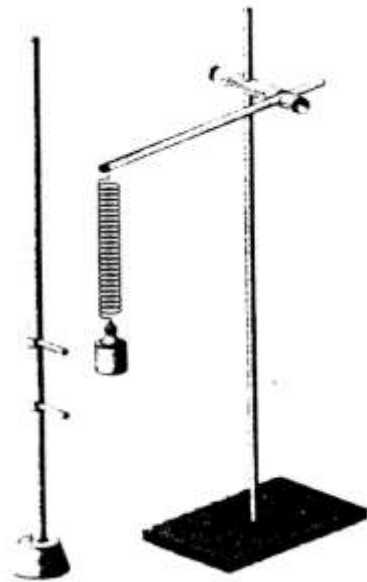
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características del movimiento oscilatorio sus respectivas ecuaciones (Ecuaciones del MAS) y aplicaciones tales como Sistemas masa-resorte, Energía en el MAS y Péndulo simple y Péndulo Compuesto.
- Definir los conceptos de pulso, velocidad de propagación, longitud de onda, frecuencia y periodo, determinando las ecuaciones de onda y realizando problemas de aplicación.

- Definir los fenómenos de Reflexión, refracción, difracción e Interferencia en ondas, además de otros fenómenos ondulatorios presentes en la cotidianidad, tales como, Efecto Doppler y resonancia.

2.1 TEMA 1 MOVIMIENTO OSCILATORIO





<http://movimientoarminicosimple11ajm.blogspot.com/>

Movimiento Armónico Simple (MAS)

Este movimiento se produce cuando la **perturbación** de una magnitud física provoca la **pérdida** de un **equilibrio estable** apareciendo una **fuerza restauradora o recuperadora** que intenta devolver el sistema a la **posición de equilibrio estable**. En este caso de **movimiento periódico armónico**, conocido también como **Movimiento Armónico Simple (M.A.S.)** o **Movimiento Vibratorio Armónico**, la fuerza restauradora (o Fuerza recuperadora) cumple la ecuación:

$$F = -K x$$

Dónde:

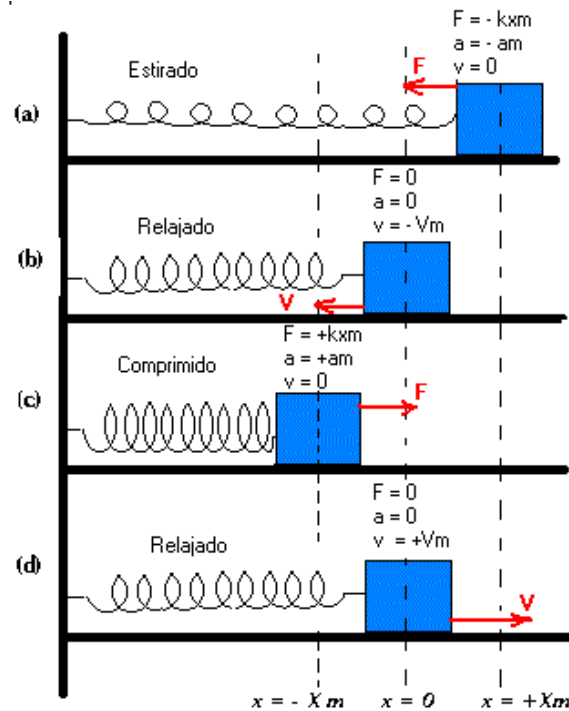
F = Fuerza en newton (N)

K = Constante de elasticidad (N/m)

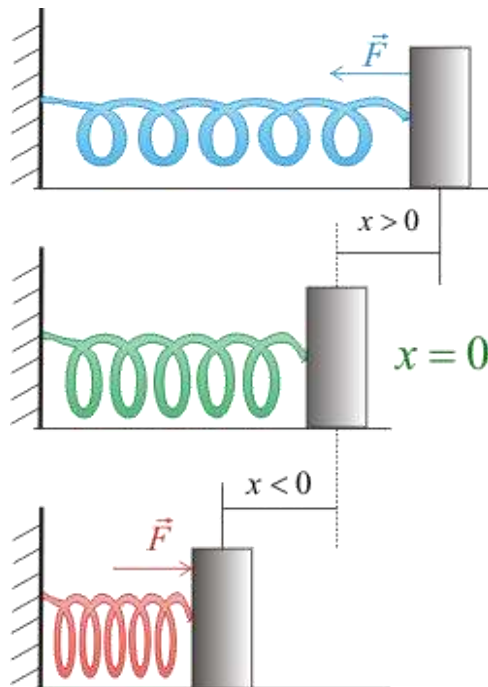
x = Elongación

MOVIMIENTO ONDULATORIO	
TIPO DE MOVIMIENTO	DEFINICIÓN
Movimiento Periódico	Es aquel que en intervalos iguales de tiempo , tanto la velocidad como la aceleración toman iguales valores , por ejemplo: El movimiento de la tierra alrededor del sol (Movimiento de traslación); El movimiento de la tierra alrededor de su eje (Movimiento de Rotación)
Movimiento Oscilatorio	Es aquel en el cual la partícula se desplaza (oscila) de un punto de una trayectoria a otro , pasando siempre por un punto fijo llamado Centro del Movimiento , ejemplo: El Péndulo
Movimiento Vibratorio	Es un movimiento oscilatorio en que la partícula vibra alrededor del punto fijo , por ejemplo un resorte que se estira y luego se suelta.
Movimiento Armónico Simple (MAS)	Es un Movimiento Vibratorio .
NOTA 1: La ecuación que determina la función está dada por las Funciones matemáticas Seno o Coseno, por lo tanto se denominan Armónicas.	
Nota 2: No se tiene en cuenta el medio donde se da el movimiento, esto es, se considera un medio ideal (sin fricción, sin rozamiento, entre otros).	

Ejemplos gráficos del Movimiento Armónico Simple (MAS)

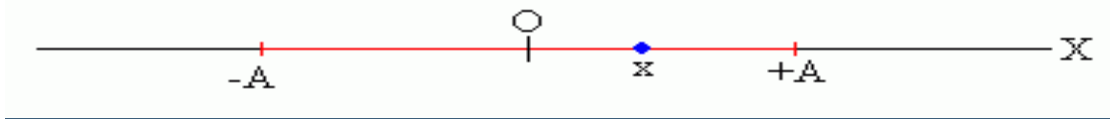


Tomado de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4070002/contenido/capitulo6_2.html



<http://acer.forestaes.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/dinam1p/mas.html>

Elementos del Movimiento Armónico Simple (MAS)



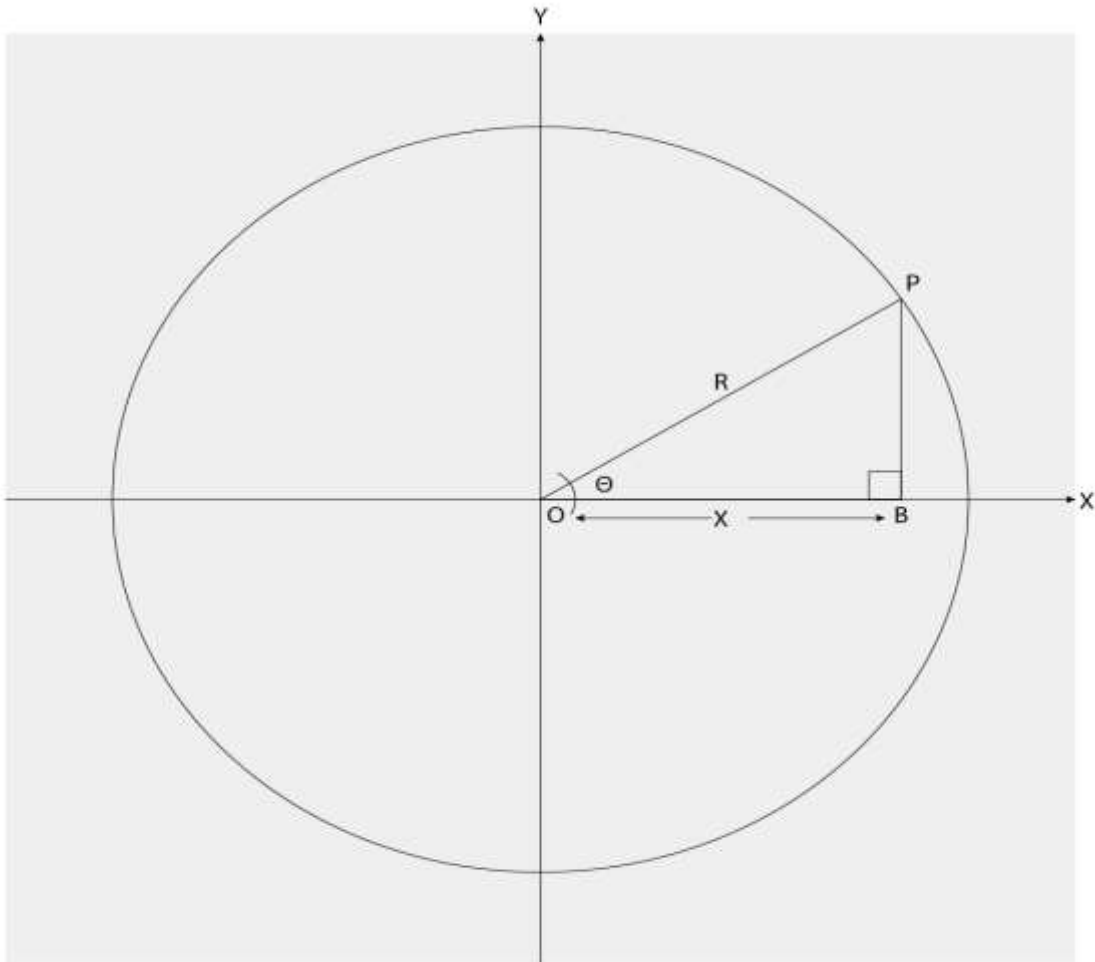
ELEMENTOS MAS	DEFINICIÓN
Punto de Equilibrio ($PE - O$)	Es el centro de la trayectoria de la partícula.
Elongación (x)	$\overline{Ox}$ Es el desplazamiento que sufre la partícula desde el punto de equilibrio o la distancia que separa la partícula de su punto de equilibrio.
Puntos de Retorno	$+A$ y $-A$ Puntos extremos de la trayectoria donde la velocidad de la partícula cambia de sentido.
Amplitud(A)	Distancia entre el punto de equilibrio y cada uno de los puntos de retorno, es la máxima Elongación .
Oscilación Sencilla	Desplazamiento de la partícula entre el punto de equilibrio y uno de los puntos de retorno (de O hasta $+A$, de O hasta $-A$).
Oscilación Completa	Es el desplazamiento de la partícula entre los dos puntos de retorno pasando por el punto de equilibrio (de $-A$ hasta $+A$ pasando por O y regresando a $-A$, o viceversa).
Período (T)	Tiempo empleado por la partícula en efectuar una oscilación (vibración) completa , está dado en segundos.
Frecuencia(N):	Número de oscilaciones completas (vibraciones) realizadas en la unidad de tiempo , está dada en Hertz (H_z) o en s^{-1} .

Ecuaciones del Movimiento Armónico Simple

Para obtener esta ecuación se compara el movimiento del péndulo con el de una partícula que describe un movimiento circular uniforme, esto es, se proyecta sobre uno de los ejes del plano cartesiano la posición de dicha partícula y a partir de allí se obtendrán las ecuaciones del MAS.

A continuación se obtendrán las ecuaciones del MAS a partir del Movimiento Circular Uniforme, realizando las proyecciones sobre el eje x del plano cartesiano:

1. Elongación:



Gráfica 1 - Autoría Propia

En el triángulo rectángulo ***OBP recto en B*** de la gráfica 1, se conoce:

x: ***Cateto adyacente al ángulo θ***

R: ***Hipotenusa del triángulo rectángulo, correspondiente al radio de la circunferencia.***

- Estableciendo la relación trigonométrica que permite la relación de estos elementos, se tiene que:

$$\cos \theta = \frac{\text{cateto adyacente}}{\text{hipotenusa}} \rightarrow \cos \theta = \frac{x}{R} \rightarrow x = R \cos \theta$$

Haciendo R (MCU) = A (MAS), se tiene:

$$x = R \cos \theta \rightarrow x = A \cos \theta$$

Pero: $\theta = \omega t \rightarrow x = A \cos \omega t$

También se sabe que: $\omega = \frac{2\pi}{T}$, y

$$x = A \cos \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) \text{ (Ecuación 1)}$$

Ecuación para la **Elongación** (x) en el MAS (Movimiento Armónico Simple)

x : *Elongación*

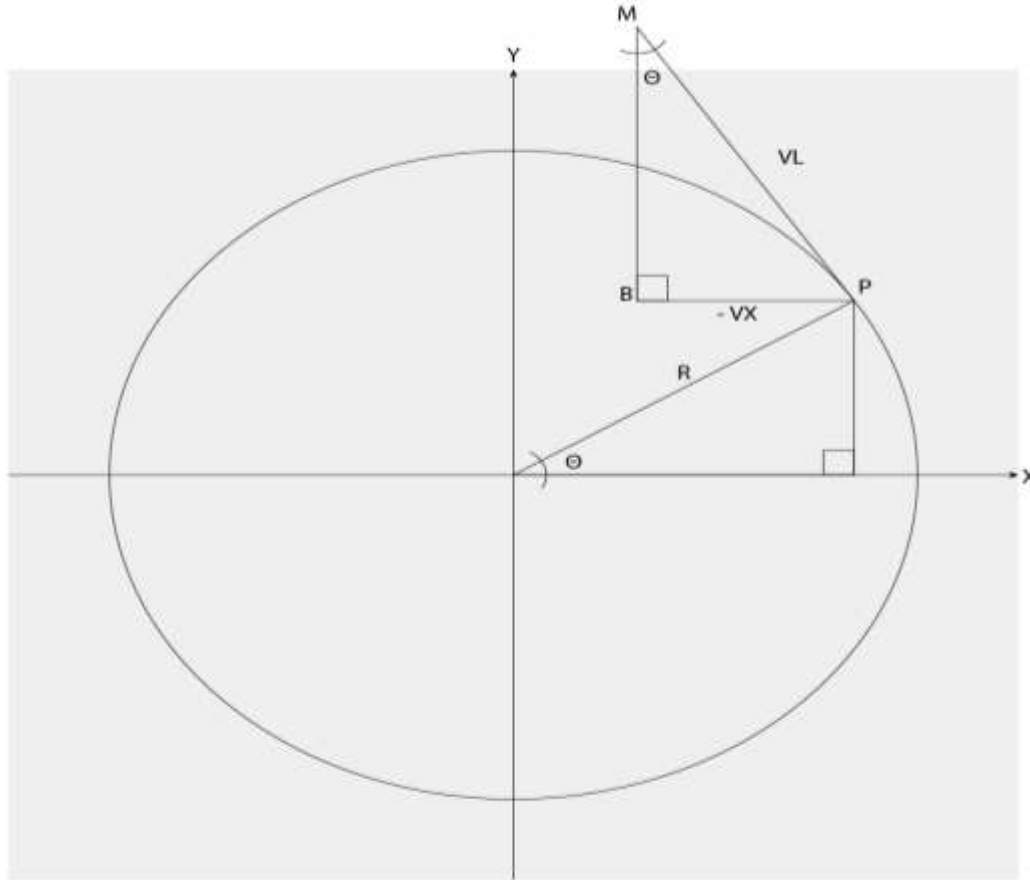
A : *Amplitud del movimiento*

T : *Período*

t : *tiempo*

2. Velocidad (V_x):

Para realizar esta demostración se toma la **velocidad lineal** del MCU (Movimiento Circular Uniforme):



Gráfica 2 – Autoría propia

La **velocidad lineal** es tangente a la trayectoria en un punto de la misma, en este caso en el **punto P**.

En el triángulo rectángulo **PBM recto en B** de la gráfica 2, se conoce:

V_L : Velocidad Lineal (MCU), Hipotenusa

$-V_x$:: Cateto opuesto a θ en el triángulo rectángulo

Estableciendo la relación trigonométrica que permite la relación de estos elementos, se tiene que:

$$\text{sen } \theta = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{hipotenusa}} \rightarrow \text{sen } \theta = \frac{-V_x}{V_L} \rightarrow \mathbf{-V_x = V_L \text{ sen } \theta} ***$$

Haciendo:

- $R (MCU) = A (MAS),$
- $\theta = w t$
- $w = \frac{2\pi}{T}, y$
- $V_L = w \cdot R$

Reemplazando en ***, se tiene que:

$$V_x = -wA \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) \text{ (Ecuación 2)}$$

Ecuación para la **Velocidad (V_x)** en el MAS (Movimiento Armónico Simple)

Dónde:

V_x : *Velocidad de la partícula en el eje x.*

A : *Amplitud del movimiento*

T : *Período*

t : *tiempo*

w : *velocidad angular de la partícula*

Nota: cuando $\operatorname{sen} \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) = \operatorname{sen} 90^\circ \rightarrow$

$$V_x = -wA \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) \rightarrow V_x = -wA \operatorname{sen}(90^\circ)$$

Pero $\operatorname{sen}(90^\circ) = 1$

Entonces se dice que la partícula adquiere una **velocidad máxima ($V_{m\acute{a}x}$)**, esto es:

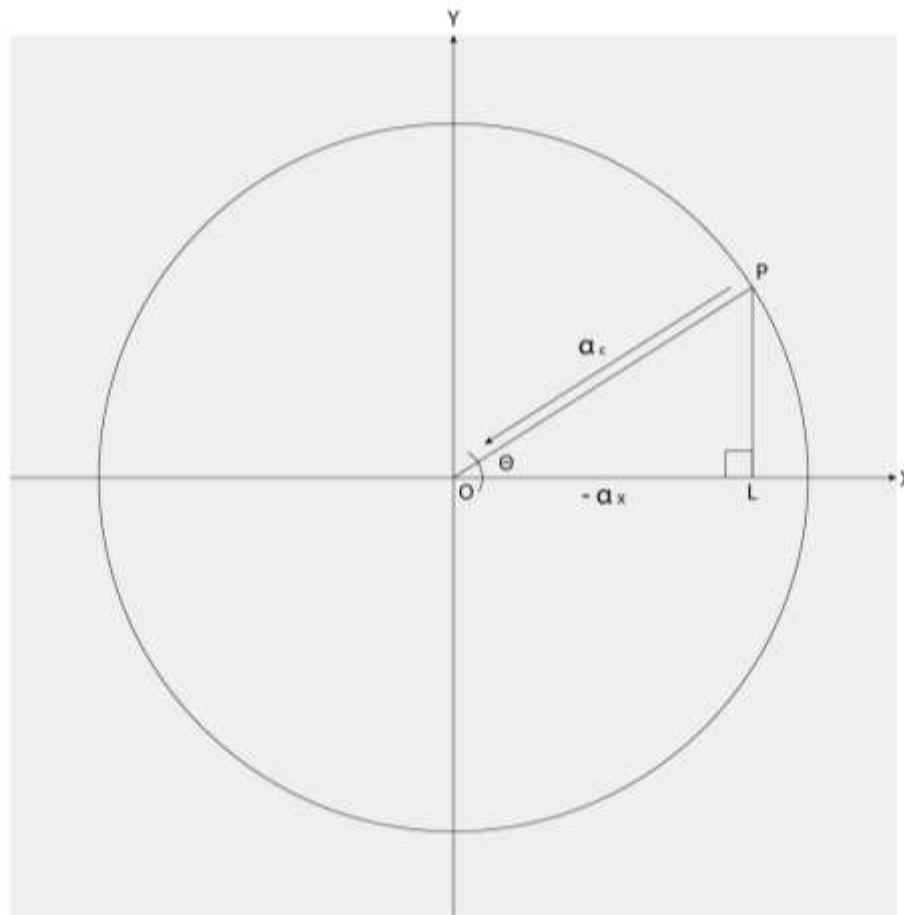
$$V_{m\acute{a}x} = -wA$$

Nota: Otra Ecuación que se puede utilizar para encontrar la velocidad en el MAS, está dada por:

$$V_x = \pm w \cdot \sqrt{A^2 - x^2}$$

3. Aceleración(a_x):

Para realizar esta demostración se toma la **aceleración centrípeta** del MCU (Movimiento Circular Uniforme):



Gráfica 3 – Autoría propia

En el triángulo rectángulo ***OLP, recto en L*** de la gráfica 3, se conoce:

a_c : Aceleración centrípeta (MCU), Hipotenusa, dirigida hacia el centro de la trayectoria.

$-a_x$: Cateto adyacente a θ en el triángulo rectángulo

Estableciendo la relación trigonométrica que permite la relación de estos elementos, se tiene que:

$$\cos \theta = \frac{\text{cateto adyacente}}{\text{hipotenusa}} \rightarrow \cos \theta = \frac{-a_x}{a_c} \rightarrow -a_x = a_c \cos \theta \quad ***$$

Haciendo:

- $R (MCU) = A (MAS),$
- $\theta = \omega t$
- $\omega = \frac{2\pi}{T}, y$
- $a_c = \omega^2 \cdot R$

Reemplazando en ***, se tiene que:

$$a_x = -\omega^2 \cdot A \cos \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) \quad (\text{Ecuación 3})$$

Ecuación para la **Velocidad (V_x)** en el MAS (Movimiento Armónico Simple)

Dónde:

a_x : Aceleración de la partícula en el eje x.

A : Amplitud del movimiento

T : Período

t : tiempo

ω : velocidad angular de la partícula

Nota: cuando $\cos \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) = \cos 0^0 \rightarrow$

$$a_x = -\omega^2 A \cos \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) \rightarrow a_x = -\omega^2 A \cos(0^0)$$

Pero $\cos(0^0) = 1$

Entonces se dice que la partícula adquiere una **aceleración máxima ($a_{m\acute{a}x}$)**, esto es:

$$a_{m\acute{a}x} = -\omega^2 A$$

Nota: Las ecuaciones anteriores también se pueden expresar de la siguiente forma (Esto se da cuando **la proyección se da sobre el eje y** del plano cartesiano):

$$y = A \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) \text{ (Ecuación 1)}$$

$$V_y = -wA \cos \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) \text{ (Ecuación 2)}$$

$$a_y = -w^2 \cdot A \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right) \text{ (Ecuación 3)}$$

CUADRO COMPARATIVO DE LAS ECUACIONES

Elemento	Proyección sobre el eje x	Proyección sobre el eje y
Elongación	$x = A \cos \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right)$	$y = A \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right)$
Velocidad	$V_x = -wA \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right)$	$V_y = -wA \cos \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right)$
Aceleración	$a_x = -w^2 \cdot A \cos \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right)$	$a_y = -w^2 \cdot A \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi}{T} \times t \right)$

Nota: $x = y$: *Ambos representan la Elongación*

Nota: A continuación, se presenta un cuadro con los elementos del **MAS** (Movimiento Armónico Simple) y sus valores en el punto de equilibrio y los puntos de retorno:

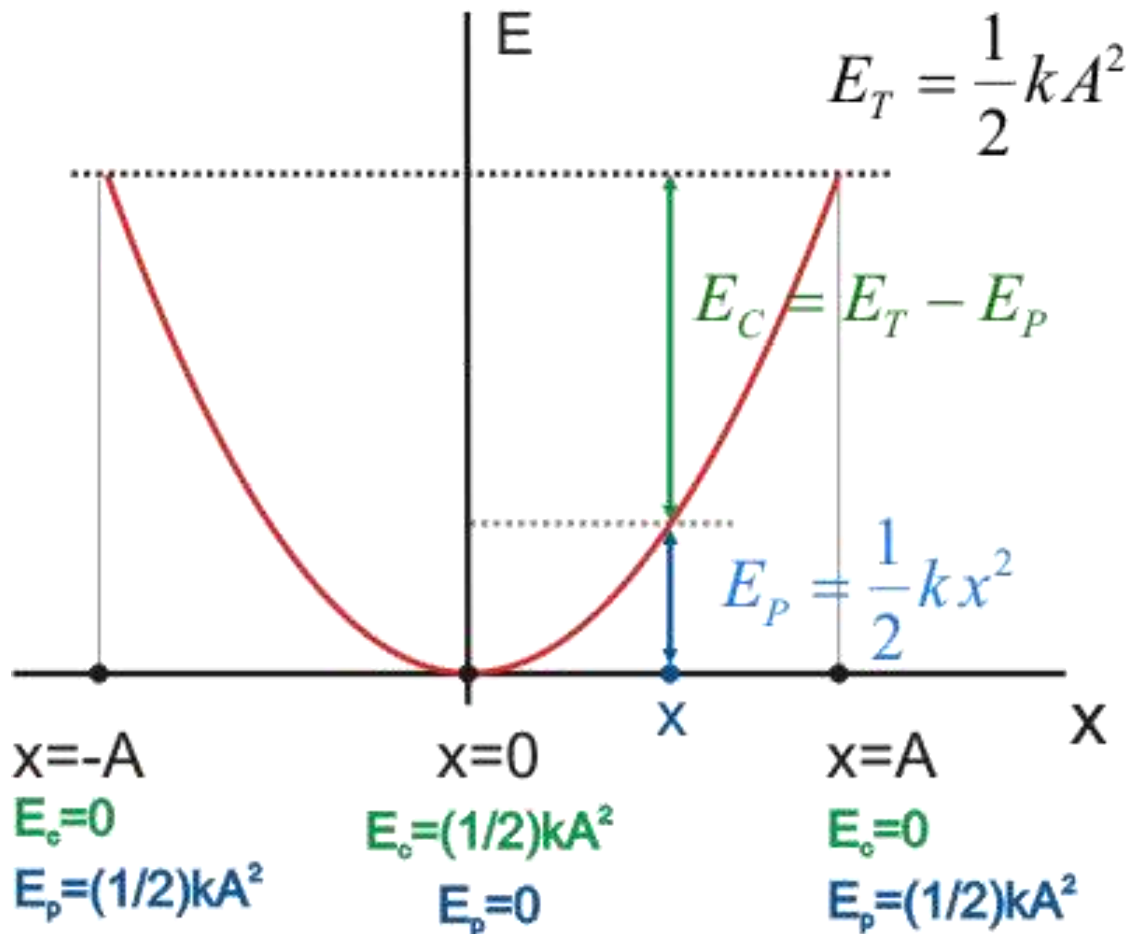
ELEMENTOS DEL MAS	PUNTO DE EQUILIBRIO	PUNTOS DE RETORNO
Elongación (x)	0	$x \text{ máximo} = A$
Amplitud (A)	0	$\pm A$
Velocidad	<i>Velocidad Máxima</i>	0
Aceleración	0	<i>Aceleración Máxima</i>

Energía Potencial (E_p)	0	SI
Energía Cinética (E_c)	SI	0

Nota 1: cuando se indica **SÍ** en la energía, se está diciendo si en dichos puntos ésta existe, más adelante se determinará la forma de calcularlas.

Nota 2: Más adelante se definirán los conceptos de Energía Cinética y Potencial para el MAS (Movimiento Armónico Simple).

Nota 3: Si se desprecia el rozamiento entre el suelo y la masa, la energía mecánica se conserva. El siguiente **esquema** muestra el comportamiento de la energía potencial elástica en un MAS y la **fórmula** para calcularla.



<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/dinam1p/mas.html>

Nota 1: En la figura anterior se ha representado la energía total, la energía potencial elástica y la cinética para distintas posiciones de una partícula que describe un movimiento armónico simple.

Nota 2: La energía mecánica se conserva, por lo que para cualquier valor de x la suma de la energía cinética y potencial debe ser siempre constante.

2.1.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE

1. Calcular : x , V_x , a_x , $V_{máx}$, $a_{máx}$ de una partícula que se mueve con MAS (Movimiento Armónico Simple), en una Amplitud de 30 centímetros y con un período de 1.8 segundos, cuando ha transcurrido un tercio del período.

Procedimiento:

a. Datos conocidos

- $T = 1.8 \text{ segundos}$

- $t = \frac{1}{3} T = \frac{1}{3} \times 1.8 \text{ s} = 0.6 \text{ s}$

- $A = 30 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.3 \text{ m}$, Se utiliza el factor de conversión correspondiente.

b. Datos Desconocidos

- $x = ?$

- $V_x = ?$

- $a_x = ?$

- $V_{máx} = ?$

- $a_{m\acute{a}x} = ?$

c. Se calcula la Elongación: Recuerde la Ecuación:

$$x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right) \text{ Reemplazando los valores conocidos se tiene que:}$$

$$x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right) \rightarrow x = 0.3 \text{ m} \cos\left(\frac{2 \times 180^0}{1.8 \text{ s}} \times 0.6 \text{ s}\right) \rightarrow$$

$$x = 0.3 \text{ m} \cos\left(\frac{360^0}{1.8 \text{ s}} \times 0.6 \text{ s}\right) \rightarrow x = 0.3 \text{ m} \cos(120^0) \rightarrow x = -0.15 \text{ m}$$

Nota: El valor negativo quiere decir que la partícula se mueve hacia la izquierda del Punto de Equilibrio.

d. Se calcula la velocidad: Recuerde la Ecuación:

$$V_x = -wA \sen\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right)$$

Reemplazando los valores conocidos se tiene que:

Nota: El ángulo: $\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right) = 120^0$

Entonces:

$$V_x = -\frac{2\pi}{1.8 \text{ s}} \times 0.3 \text{ m} \times \sen 120^0$$

Realizando las operaciones se tiene que:

$$V_x = -0.91 \text{ m/s}$$

Nota: el signo menos indica que la partícula se mueve hacia la izquierda del punto de equilibrio y está perdiendo velocidad.

e. Se calcula la aceleración: Recuerde la Ecuación:

$$a_x = -w^2 \cdot A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right)$$

Reemplazando los valores conocidos se tiene que:

Nota: El ángulo: $\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right) = 120^\circ$

$$a_x = -w^2 \cdot A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right) \rightarrow a_x = -\left(\frac{2\pi}{1.8s}\right)^2 \times 0.3m \times \cos 120^\circ \rightarrow$$

$$a_x = 1.82 \text{ m/s}^2$$

f. Se calcula la velocidad máxima: Recuerde la Ecuación:

$$V_{m\acute{a}x} = -wA \rightarrow V_{m\acute{a}x} = -\frac{2\pi}{1.8s} \times 0.3m \rightarrow$$

Realizando las operaciones indicadas:

$$V_{m\acute{a}x} = -1.05 \text{ m/s}$$

Nota: Recuerde que esta velocidad máxima se da en el Punto de Equilibrio

g. Se calcula la **aceleración máxima**: Recuerde la Ecuación:

$$a_{m\acute{a}x} = 3.66 \text{ m/s}^2$$

Nota: Recuerde que esta aceleración máxima se da en los Puntos de Retorno

■ Péndulo = $-wA \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right)$

El péndulo (del lat. *pendŭlus*, **pendiente**) es un sistema físico que puede **oscilar** bajo **la acción gravitatoria** u otra característica física (**elasticidad**, por ejemplo) y que está configurado por una **masa suspendida** de un **punto o** de un eje horizontal fijos mediante un **hilo**, una **varilla**, u otro dispositivo que sirve para **medir el tiempo**.

Existen varios **tipos de péndulos** que, atendiendo a su configuración y usos, reciben los nombres apropiados:

- Péndulo simple,
- Péndulo compuesto,
- Péndulo cicloidal,
- Doble péndulo,
- Péndulo de Foucault,
- Péndulo de Newton,
- Péndulo balístico,
- Péndulo de torsión,
- Péndulo esférico, entre otros.

Sus usos son muy variados: medida del tiempo (**reloj de péndulo**, **metrónomo**,...), medida de la intensidad de la gravedad, entre otros.

■ PÉNDULO SIMPLE O MATEMÁTICO

También llamado **péndulo ideal** está constituido por **un hilo inextensible** de **masa despreciable**, sostenido por su extremo superior de **un punto fijo**, con una **masa puntual** sujeta en su **extremo inferior** que **oscila libremente** en un **plano vertical fijo**.

Al separar la **masa pendular** de su **punto de equilibrio**, **oscila** a ambos lados de dicha posición, desplazándose sobre una **trayectoria circular** con **movimiento periódico**.

■ PERÍODO DE OSCILACIÓN DE UN PÉNDULO SIMPLE

El astrónomo y físico italiano Galileo Galilei observó que **el periodo de oscilación es independiente de la amplitud**, al menos para **pequeñas oscilaciones**. En cambio, aquel depende de **la longitud de la cuerda**. **El período** de la **oscilación** de un péndulo simple, **restringido a oscilaciones de pequeña amplitud**, se puede determinar como:

El **período de oscilación** de un **péndulo simple** es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la longitud de la cuerda e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la gravedad, esto es:

$$T \propto \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{g}} \rightarrow T \propto \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Dónde:

α : Símbolo de proporcionalidad

l : Longitud del péndulo

T : Período de oscilación del péndulo

g : Gravedad $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Para convertir ésta proporción en una igualdad se debe multiplicar por una constante que en este caso es **2π** , por lo tanto la ecuación queda:

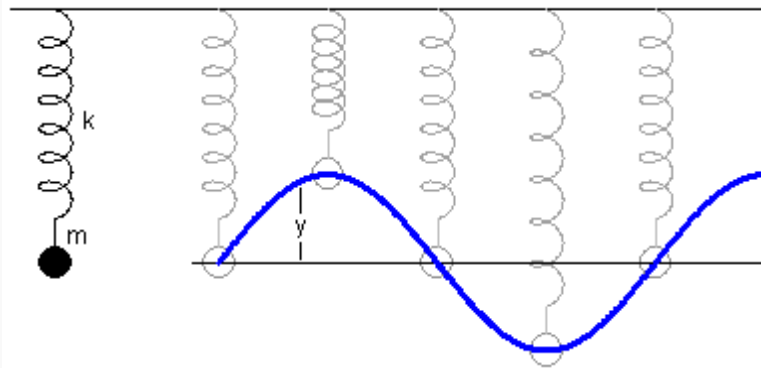
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Nota: Con esta ecuación también se puede calcular la longitud de la cuerda del péndulo, como actividad despeja **l** en función de **T** .

Tomado de: [Péndulo - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9ndulo)
[es.wikipedia.org/wiki/Péndulo](https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9ndulo)

OSCILADOR ARMÓNICO (RESORTE)

Se dice que un sistema cualquiera, **mecánico, eléctrico, neumático**, entre otros, es un **oscilador armónico** si, cuando se deja en libertad fuera de su posición de equilibrio, vuelve hacia ella describiendo **oscilaciones sinusoidales**, o **sinusoidales amortiguadas** en torno a dicha posición estable.



La masa colgada del resorte forma un oscilador armónico.

El ejemplo es el de una **masa** colgada a un **resorte**. Cuando **se aleja la masa** de su **posición de reposo**, el resorte ejerce sobre la masa **una fuerza que es proporcional al desequilibrio (distancia a la posición de reposo)** y que está dirigida hacia **la posición de equilibrio**. Si se suelta la masa, la fuerza del resorte **acelera la masa** hacia **la posición de equilibrio**. A medida que **la masa se acerca a la posición de equilibrio** y que **aumenta su velocidad**, la **energía potencial elástica** del resorte **se transforma** en **energía cinética** de la masa. Cuando la masa llega a su **posición de equilibrio**, **la fuerza será cero**, pero como la masa está en movimiento, continuará y pasará del otro lado. **La fuerza se invierte** y comienza a **frenar la masa**. La **energía cinética** de la masa va transformándose ahora en **energía potencial** del resorte hasta que la **masa se para**. Este proceso **vuelve a producirse en dirección opuesta** completando **una oscilación**.

Si **toda la energía cinética** se transformase en **energía potencial** y viceversa, la **oscilación seguiría eternamente** con **la misma amplitud**.

“

Nota: En la realidad, siempre hay una parte de la energía que se transforma en otra forma, debido a la viscosidad del aire o porque el resorte no es perfectamente elástico. Así pues, la amplitud del movimiento disminuirá más o menos lentamente con el paso del tiempo.

”

PERÍODO DE VIBRACIÓN DE UN OSCILADOR ARMÓNICO

El período de vibración (oscilación) de un oscilador armónico es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la masa del cuerpo que se suspende e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la constante de elasticidad del resorte, esto es:

$$T \propto \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{k}} \rightarrow T \propto \sqrt{\frac{m}{k}}$$

α : Símbolo de proporcionalidad

m : Masa del cuerpo que se suspende

T : Período de oscilación del péndulo

k : Constante de elasticidad del resorte

Nota: Cada resorte tiene su propia constante de elasticidad y está dada en:

$$k: N/m$$

O sea, unidades de Fuerza (Newton) sobre unidades de longitud (metros)

Para convertir ésta proporción en una igualdad se debe multiplicar por una constante que en este caso es **2π** , por lo tanto la ecuación queda:

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

Nota: Con esta ecuación también se puede calcular la longitud de la cuerda del péndulo, como actividad despeja **m, k** en función de **T** .

Tomado de: [Oscilador armónico - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Oscilador_arm%C3%B3nico)
es.wikipedia.org/wiki/Oscilador_arm%C3%B3nico

2.1.2 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

PÉNDULO SIMPLE (PÉNDULO MATEMÁTICO)

1. Calcular el período de un péndulo de 1,5 m en el Ecuador (línea Terrestre) donde

$$g = 9,78 \frac{m}{s^2} \text{ y en los polos donde } g = 9,81 \frac{m}{s^2}.$$

Procedimiento

a. Datos conocidos y desconocidos:

$$l = 1,5 \text{ m (Longitud del péndulo)}$$

$$g_e = 9,78 \frac{m}{s^2} \text{ (Gravedad en el Ecuador Terrestre)}$$

$$g_p = 9,81 \frac{m}{s^2} \text{ (Gravedad en los polos)}$$

$$T = ?$$

b. Se calcula el Período en el Ecuador Terrestre, se utiliza la ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_e}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{1,5 \text{ m}}{9,78 \frac{m}{s^2}}} \rightarrow T = 2\pi * 0,392 \rightarrow T = 2,46 \text{ s}$$

c. Se calcula el Período en los polos, se utiliza la ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_p}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{1,5 \text{ m}}{9,81 \frac{m}{s^2}}} \rightarrow T = 2\pi * 0,391 \rightarrow T = 2,46 \text{ s}$$

2. Calcular la longitud de un péndulo si su período es de 0,8 segundos.

Procedimiento

- a. Datos conocidos y desconocidos:

$l = ?$ (Longitud del péndulo)

$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ (Valor de la Gravedad)

$T = 0,8 s$

- b. Se calcula la longitud del péndulo, se utiliza la ecuación:

$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, se despeja l en función de T , para realizar este despeje se eleva al cuadrado en ambos lados de la ecuación, así:

$$(T)^2 = \left(2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}\right)^2 \rightarrow T^2 = 4\pi^2 \times \frac{l}{g} \text{ Despejando } l, \text{ se tiene que:}$$

$$l = \frac{T^2 \times g}{4\pi^2} \rightarrow l = \frac{(0,8 s)^2 \times 9,81 \frac{m}{s^2}}{4\pi^2} \rightarrow l = \frac{0,64 s^2 \times 9,81 \frac{m}{s^2}}{4\pi^2}$$

$$l = 0,16 m$$

- c. Solución: La longitud del péndulo es de 0,16 metros

3. Un péndulo matemático de 50 centímetros de longitud tiene un período de 1 segundo, si se alarga a 200 centímetros ¿cuál es el valor de la frecuencia del péndulo alargado?

Procedimiento

- a. Datos conocidos y desconocidos:

$$l_1 = 50 \text{ centímetros} \times \frac{1 \text{ metro}}{100 \text{ centímetros}} = 0,5 \text{ metros}$$

$$l_2 = 200 \text{ centímetros} \times \frac{1 \text{ metro}}{100} = 2 \text{ metros}$$

Nota: Como se determinó la aceleración en $\frac{m}{s^2}$ Como se determinó la aceleración en $\frac{m}{s^2}$
Se deben expresar las longitudes en metros.

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2} \text{ (Valor de la Gravedad)}$$

$$T_1 = 1 \text{ seg}$$

$$T_2 = ?$$

$$N_2 = ? \text{ (Frecuencia del péndulo 2)}$$

- b. Cuando se da esta situación de alargar o acortar un péndulo, se puede determinar la siguiente proporción:

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$$

Para despejar alguna de las variables se eleva al cuadrado cada uno de los lados de la ecuación y despejando T_2 se tiene que:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{l_1}{l_2}}\right)^2 \rightarrow \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{l_1}{l_2} \rightarrow T_2^2 = \frac{T_1^2 \times l_2}{l_1}$$

- c. Sacando raíz cuadrada y reemplazando, se tiene que:

$$T_2 = \sqrt{\frac{T_1^2 \times l_2}{l_1}} \rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{1 \text{ s}^2 \times 2 \text{ m}}{0.5 \text{ m}}} \rightarrow T_2 = 2 \text{ s}$$

- d. Pero preguntan por la frecuencia; recuerde que la frecuencia y el período son inversamente proporcionales, por lo tanto:

$$N_2 = \frac{1}{T_2} \rightarrow N_2 = \frac{1}{2 s} \rightarrow N_2 = 0,5 \text{ Hertz}$$

- e. Al alargar la longitud del péndulo se tiene que la frecuencia del péndulo alargado es de

0,5 Hz.

Nota: Observe que al aumentar la longitud del péndulo aumenta su período (tiene que disminuir la frecuencia por supuesto).

4. Un péndulo realiza 200 oscilaciones completas en 2 minutos 30 segundos, hallar el período y la frecuencia.

Procedimiento

- a. Datos conocidos y desconocidos

n = 200 *número de oscilaciones*

t = 2 minutos y 30 segundos (*tiempo*)

- b. Se convierten los 2 minutos y 30 segundos a segundos:

$$2 \text{ minutos} \times \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} + 30 \text{ segundos} = 120 \text{ segundos} + 30 \text{ segundos} = 150 \text{ segundos}$$

- c. Aplicando la definición de cada uno de los conceptos, se tiene que:

$$\bullet T = \frac{t (\text{tiempo})}{n(\# \text{ oscilaciones})} \rightarrow T = \frac{150 s}{200 \text{ osc}} \rightarrow T = 0,75 s$$

$$\bullet N = \frac{n}{t} \rightarrow T = \frac{200 \text{ osc}}{150 s} \rightarrow N = 1,33 \dots Hz$$

Nota 1: Recuerde que **N** también se puede calcular como:

$$N = \frac{1}{T} \rightarrow N = \frac{1}{0,75 \text{ s}} \rightarrow N = 1,33..Hz$$

Nota 2: Recuerde también que T y N son inversamente proporcionales, por lo tanto su producto tiene que ser igual a 1, esto es:

$$T \times N = 1 \rightarrow 0,75 \times 1,333 ... = 1$$

5. Un péndulo de 12,5 centímetros de longitud tiene un período de 0,3 segundos ¿Se deberá acortar o alargar y cuanto para que su período sea de 0,6 centímetros?

Procedimiento

- a. Tabla de datos conocidos y desconocidos

$$l_1 = 12,5 \text{ centímetros}$$

$$T_1 = 0,3 \text{ segundos}$$

$$l_2 = ?$$

$$T_2 = 0,6 \text{ segundos}$$

- b. Cuando se da esta situación de alargar o acortar un péndulo, se puede determinar la siguiente proporción:

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$$

Para despejar alguna de las variables se eleva al cuadrado cada uno de los lados de la ecuación y despejando l_2 se tiene que:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{l_1}{l_2}}\right)^2 \rightarrow \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{l_1}{l_2} \rightarrow l_2 = \frac{T_2^2 \times l_1}{T_1^2} \rightarrow l_2 = \frac{(0,6\text{ s})^2 \times 12,5\text{ cm}}{(0,3\text{ s})^2}$$

$$l_2 = 50\text{ cm}$$

- C. La nueva longitud es de 50 centímetros, pero se debe calcular es que longitud se alargó el péndulo original:

$$l_i = 12,5\text{ cm}$$

$$l_f = 50\text{ cm}$$

Para calcular el alargamiento se da entonces:

$$\Delta l = l_f - l_i \rightarrow \Delta l = 50\text{ cm} - 12,5\text{ cm} \rightarrow \Delta l = 37,5\text{ cm}$$

- d. Solución: El péndulo tuvo un alargamiento de 37,5 centímetros.

6. Hallar el valor de la gravedad en un lugar donde un péndulo de 150 centímetros realiza 100 oscilaciones en 246 segundos.

Procedimiento:

 Datos del problema

- $l = 150\text{ cm} \times \frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} = \frac{150\text{ m}}{100} = 1,5\text{ m}$
- $n = 100\text{ oscilaciones}$
- $t = 246\text{ segundos}$
- $g = ?$

- e. Se sabe que:

$$T = \frac{t}{n} \rightarrow T = \frac{246 \text{ s}}{100 \text{ osc}} \rightarrow T = 2,46 \text{ s}$$

f. Para hallar la gravedad se toma la ecuación

$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, se despeja g en función de T , para realizar este despeje se eleva al cuadrado en ambos lados de la ecuación, así:

$$(T)^2 = \left(2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}\right)^2 \rightarrow T^2 = 4\pi^2 \times \frac{l}{g} \text{ Despejando } g, \text{ se tiene que:}$$

$$g = \frac{4\pi^2 \times l}{T^2} \rightarrow g = \frac{(39,47) \times 1,5m}{(2,46 \text{ s})^2} \rightarrow g = \frac{59,205 \text{ m}}{6,05 \text{ s}^2} \rightarrow$$

$$g = 9.79 \text{ m/s}^2$$

La gravedad en dicho lugar está dada por: $g = 9.79 \text{ m/s}^2$

Problemas tomados de. Péndulo simple – solución – scribd



PROBLEMA DE APLICACIÓN DE LA LEY DE HOOKE

(Tomado de ricuti.com.ar/No_me_salén/DINAMICA/d2_25.htm)

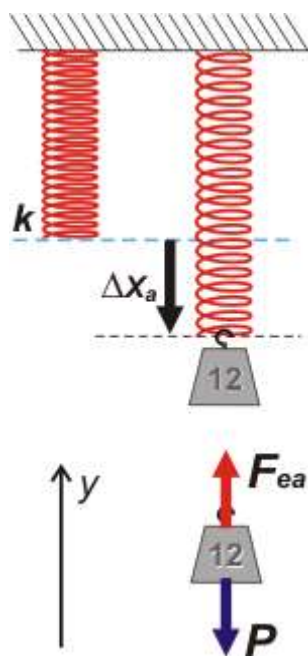
Un resorte de masa despreciable, cuya longitud es 40 cm cuando está descargado, tiene un extremo unido al techo a 2,4 m del piso, y en el otro está colgado un objeto que pesa 12 kgf.

- Hallar la constante elástica del resorte, si al quedar en equilibrio su longitud es 60 cm.
- Se eleva al cuerpo 5 cm desde la posición de equilibrio, y se lo suelta. Hallar con qué aceleración parte.
- Determinar cuánto habría que desplazar el cuerpo hacia abajo, respecto de su posición de equilibrio, para que al soltarlo partiera con una aceleración de módulo igual a $|g|$.

- d. Trazar los gráficos de la aceleración del cuerpo y de la fuerza que experimenta el techo, en función de la distancia al piso del extremo libre.

Procedimiento

Se trata de un problema bien sencillo de aplicación directa de la ley de Hooke. El primer esquema que hice no mucha utilidad:



Acá tienes -a la izquierda- el techo y el resorte colgando. Importa poco o nada en este ejercicio la longitud del resorte, pero lo dibujé para indicarte la posición de la última espira del resorte. Ahí tracé una línea punteada en celeste, que es importantísima, porque desde ahí hay que medir los estiramientos o compresiones.

A la derecha figura el mismo resorte, pero estirado porque le colgamos una pesa de **12 kgf, 120 N**. Como se trata del estiramiento relatado en el ítem a- lo llamé Δx_a , que vale **20 cm** (la diferencia entre **60 cm** de longitud total menos **40 cm** de longitud natural).

Como en varias partes el enunciado se refiere ese estiramiento como "posición de equilibrio" la marqué con una línea punteada negra. Abajo aparece el DCL para esa situación. Sólo hay dos fuerzas actuando sobre la pesa: su peso de **120 N** y la fuerza elástica... que también debe valer **120 N**, ya que el cuerpo está en equilibrio. Las ecuaciones lo dirían de este modo:

$$F_{ea} - P = 0 \quad \rightarrow \quad F_{ea} = P$$

Por otro lado, la Ley de Hooke nos dice que:

$$F_{ea} = k \cdot \Delta x_a$$

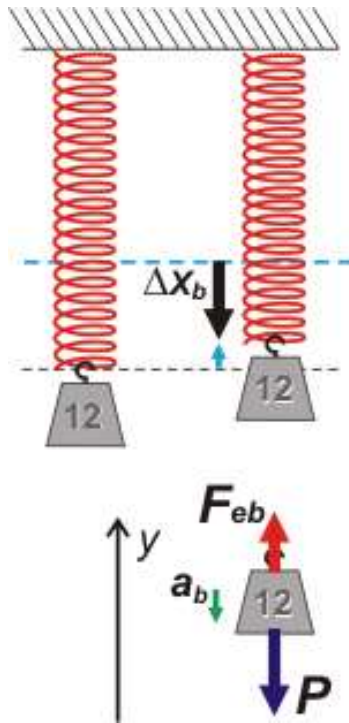
de donde

$$k = F_{ea} / \Delta x_a$$

$$k = 120 \text{ N} / 0,2 \text{ m}$$

$$k = 600 \text{ N/m}$$

Ahora que se conoce el valor de la constante elástica del resorte se pueden resolver las restantes preguntas.



En el ítem **b-** nos cuentan que elevan la pesa **5 cm** desde la posición de equilibrio (punteada negra) y desde ahí lo sueltan. Queda claro que al elevar la pesa se achica el estiramiento. Antes era de **20 cm**, y ahora de **15 cm**.

Al achicarse el estiramiento también se achica la fuerza elástica (que acá se llamará F_{eb} ,

$$F_{eb} = k \cdot \Delta x_b = 600 \text{ N/m} \cdot 0,15 \text{ m}$$

$$F_{eb} = 90 \text{ N}$$

La segunda Ley de Newton nos dice que al soltarlo, saldrá con una aceleración a_b ...

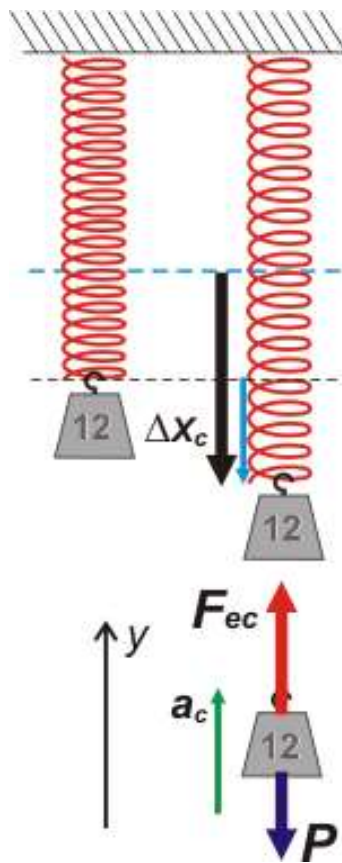
$$F_{eb} - P = m \cdot a_b$$

$$a_b = F_{eb} - P / m$$

$$a_b = 90 \text{ N} - 120 \text{ N} / 12 \text{ kg}$$

$$a_b = - 2,5 \text{ m/s}^2$$

Para responder la siguiente pregunta debes operar casi del mismo modo que la anterior.



En el ítem **c**- nos cuentan que bajan la pesa hasta cierto nivel en el que al soltarla su aceleración es igual a la aceleración de la gravedad, pero hacia arriba. Lógicamente, con ese nuevo estiramiento -que llamaré Δx_c - la fuerza elástica, F_{ec} , tendrá otro valor. El nuevo DCL aclara un poco los tantos.

$$F_{ec} - P = m \cdot a_c$$

$$F_{ec} - P = m \cdot g$$

$$F_{ec} - m \cdot g = m \cdot g$$

$$F_{ec} = 2 \cdot m \cdot g$$

$$F_{ec} = 240 \text{ N}$$

Hooke nos da el valor del estiramiento

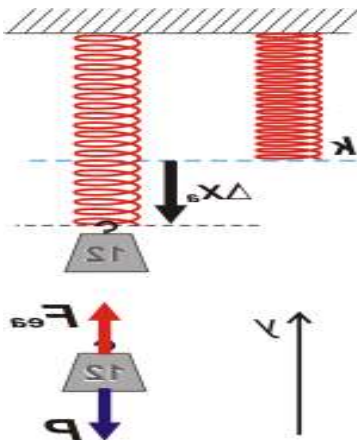
$$F_{ec} = k \cdot \Delta x_c$$

$$\Delta x_c = F_{ec} / k$$

$$\Delta x_c = 240 \text{ N} / 600 \text{ N/m} = 0,4 \text{ m}$$

El enunciado, caprichosamente, nos pide el estiramiento adicional desde la posición de equilibrio (punteada negra) de modo que el resultado se obtiene restando el estiramiento para el equilibrio.

$$\Delta x'_c = 0,2 \text{ m}$$



PROBLEMA DE APLICACIÓN PARA UN OSCILADOR ARMÓNICO

Determinar el período de vibración de un resorte al cual se le suspende una masa de 40 gramos y se desplaza 5 centímetros de su posición de equilibrio.

Procedimiento

a. Datos del problema

- $m = 40 \text{ gramos} \times \frac{1 \text{ kilogramo}}{1000 \text{ gramos}} = 0.040 \text{ Kg}$
- $x = 5 \text{ centímetros} \times \frac{1 \text{ metro}}{100 \text{ centímetros}} = 0,05 \text{ m}$
- $T = ?$

b. Recordando la ley de Hooke, se tiene que:

$$F = -kx$$

Dónde:

$$F = \text{masa} * \text{gravedad} = m * g$$

$$x = \text{Elongación} = 0,05 \text{ m} \text{ (Alargamiento del Resorte)}$$

$$k = ? \text{ (Constante de alargamiento del resorte)}$$

c. Reemplazando estos valores:

$$F = -kx \rightarrow m * g = -kx \rightarrow k = -\frac{m * g}{x}$$

$$k = -\frac{m * g}{x} \rightarrow k = -\frac{0,040 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/s}^2}{0,05 \text{ m}} \rightarrow$$

$$k = -7,84 \text{ N/m}$$

Nota: Recuerde que:

$$\text{kg} * \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ Newton}$$

d. Reemplazando este valor en la siguiente ecuación se tiene que:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{0,040 \text{ kg}}{7,84 \text{ N/m}}} \rightarrow$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0,040 \text{ kg}}{7,84 \frac{\text{kg} * \text{m}}{\text{s}^2}}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{0,040 \text{ s}^2}{7,84}}$$

$$T = 2\pi * 0,071 \text{ s} \rightarrow T = 0,45 \text{ s}$$

2.2 TEMA 2 ONDAS

- **Definición y Generalidades:** Una onda es una perturbación que avanza o que se propaga en un medio material o incluso en el vacío.

Una vibración puede definir las características necesarias y suficientes que caracterizan un fenómeno como onda. El término suele ser entendido intuitivamente como el transporte de perturbaciones en el espacio, donde no se considera el espacio como un todo sino como un medio en el que pueden producirse y propagarse dichas perturbaciones a través de él.

En una onda, la energía de una vibración se va alejando de la fuente en forma de una perturbación que se propaga en el medio circundante (Hall, 1980: 8). Sin embargo, esta noción es problemática en casos como una onda estacionaria (por ejemplo, una onda en una cuerda bajo ciertas condiciones) donde la transferencia de energía se propaga en ambas direcciones por igual, o para ondas electromagnéticas/luminosas en el vacío, donde el concepto de medio no puede ser aplicado.

Entonces, **teoría de ondas** se conforma como una rama característica de la física que se ocupa de **las propiedades de los fenómenos ondulatorios independientemente** de cual sea **su origen físico** (Ostrovsky y Potapov, 1999).

Nota: a pesar de que el estudio de sus características no depende del tipo de onda en cuestión, **los distintos orígenes físicos** que provocan **su aparición** les confieren **propiedades muy particulares** que las distinguen de unos fenómenos a otros. Por ejemplo:

La acústica se diferencia de la óptica en que las ondas sonoras están relacionadas con aspectos más **mecánicos** que las **ondas electromagnéticas** (que son las que gobiernan los fenómenos ópticos).

Conceptos tales como masa, cantidad de movimiento, inercia o elasticidad son importantes para describir procesos de **ondas sonoras**, a diferencia de **las ópticas**, donde éstas **no tienen** una especial importancia.

Por lo tanto, las diferencias en **el origen** o **naturaleza** de las ondas producen ciertas propiedades que **caracterizan** cada **onda**, manifestando distintos efectos en **el medio en que se propagan**, por ejemplo, en el caso:

Del aire: vórtices, ondas de choque;

De los sólidos: dispersión; y

Del electromagnetismo: presión de radiación.

Tomado de: Onda - Wikipedia, la enciclopedia libre
es.wikipedia.org/wiki/Onda

- Elementos de una onda

ELEMENTO	CARACTERÍSTICA
Cresta	Es el punto de máxima elongación o máxima amplitud de onda; es decir, el punto de la onda más separado de su posición de reposo (punto de equilibrio).
Período (T)	Es el tiempo que tarda la onda en ir de un punto de máxima amplitud al siguiente, está dado por: $T = \frac{t \text{ (tiempo)}}{n \text{ (oscilaciones)}} [\text{segundos}]$
	Es la distancia vertical entre una cresta y el punto medio de la onda.

Amplitud (A)	Nota: Pueden existir ondas cuya amplitud sea variable, es decir, crecen o decrecen con el paso del tiempo.
Frecuencia (f)	Número de veces que es repetida dicha vibración por unidad de tiempo. Nota: dicho en otras palabras, es una simple repetición de valores por un período determinado. $f = \frac{n \text{ (oscilaciones)}}{t \text{ (tiempo)}}$ $\left[\frac{1}{s} = s^{-1} = \text{Hertz (Hz)} \right]$
Valle	Es el punto más bajo de una onda.
Longitud de onda (λ)	Es la distancia entre dos crestas consecutivas .
Nodo	Es el punto donde la onda cruza la línea de equilibrio (punto de equilibrio).
Elongación (x):	Es la distancia que hay, en forma perpendicular , entre un punto de la onda y la línea de equilibrio (punto de equilibrio).
Ciclo	Es una oscilación , desplazamiento entre los dos puntos extremos de la trayectoria , pasando por el punto de equilibrio y regresando al punto de partida.
Velocidad de propagación (v):	Es la velocidad con la que se propaga el movimiento ondulatorio. Está dada el cociente de la longitud de onda y su período. $v = \frac{\lambda}{T}$

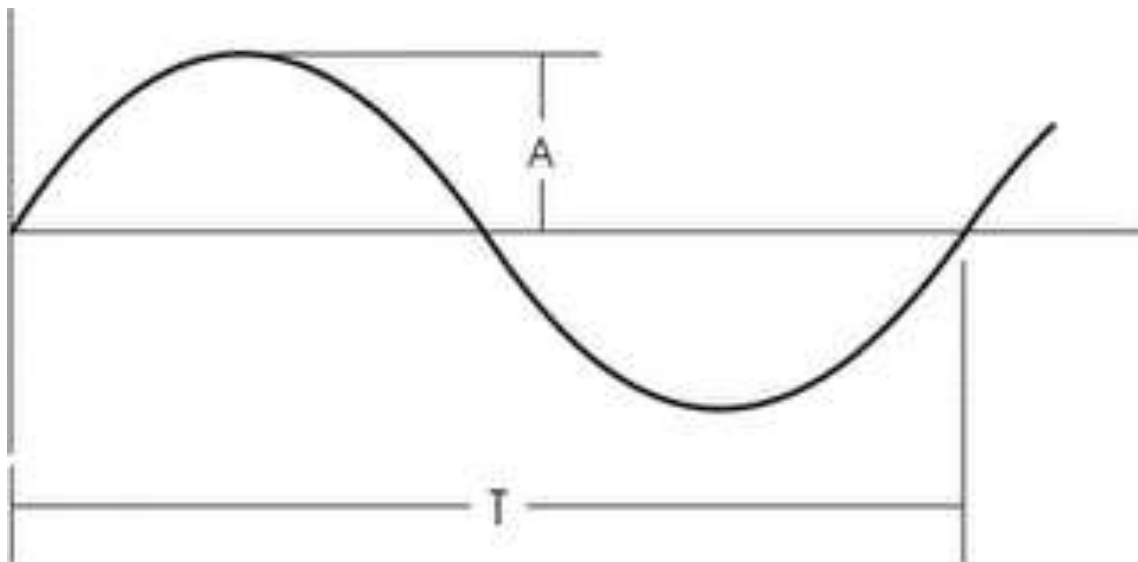
Una onda es una perturbación que avanza o que se propaga en un medio material o incluso en el vacío.



Ejemplo de perturbación en un medio (agua)
<http://www.vitonica.com/>

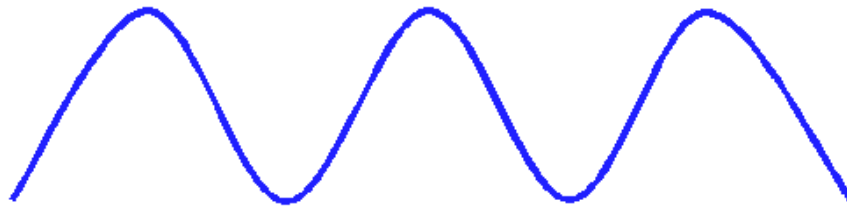
■ Gráficas de los elementos de una onda:

■ Amplitud (A):



Tomado de: <http://www.profesorenlinea.cl/>

Sonido intenso

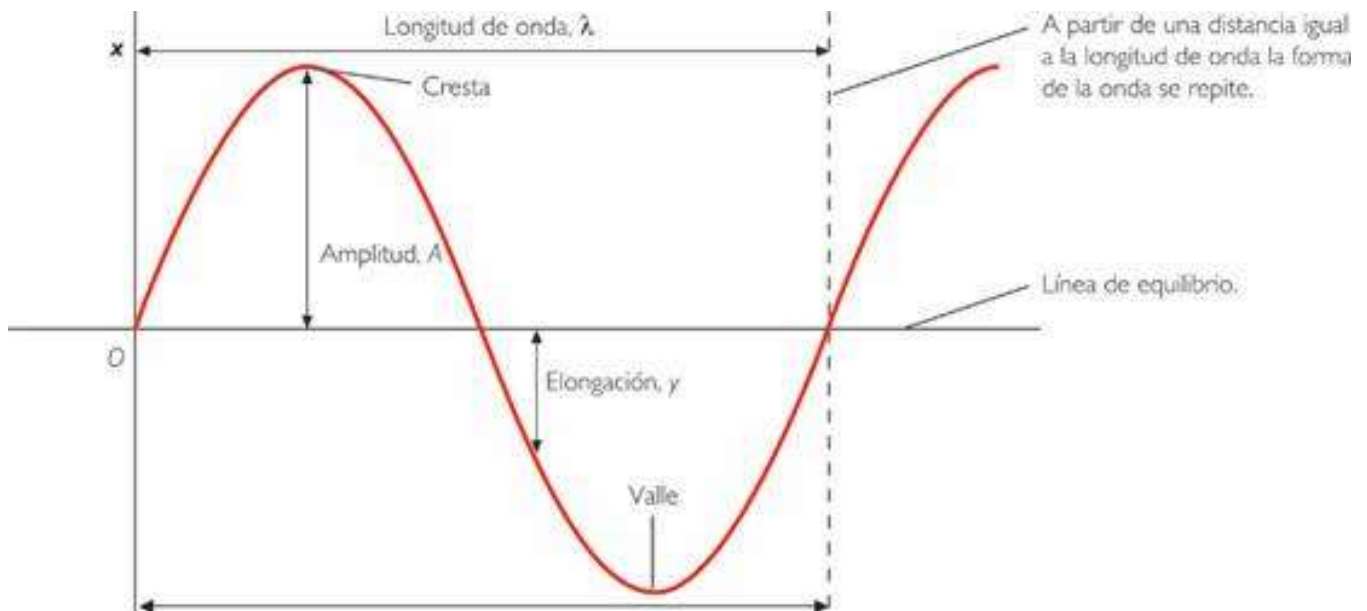


Sonido débil

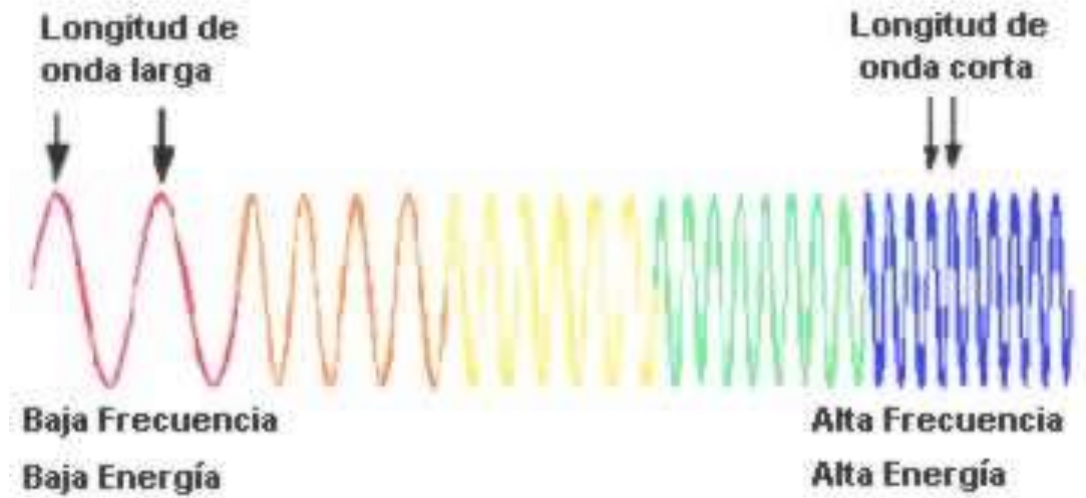


Tomado de: <http://cienciasecu.blogspot.com/>

LA LONGITUD DE ONDA (λ)

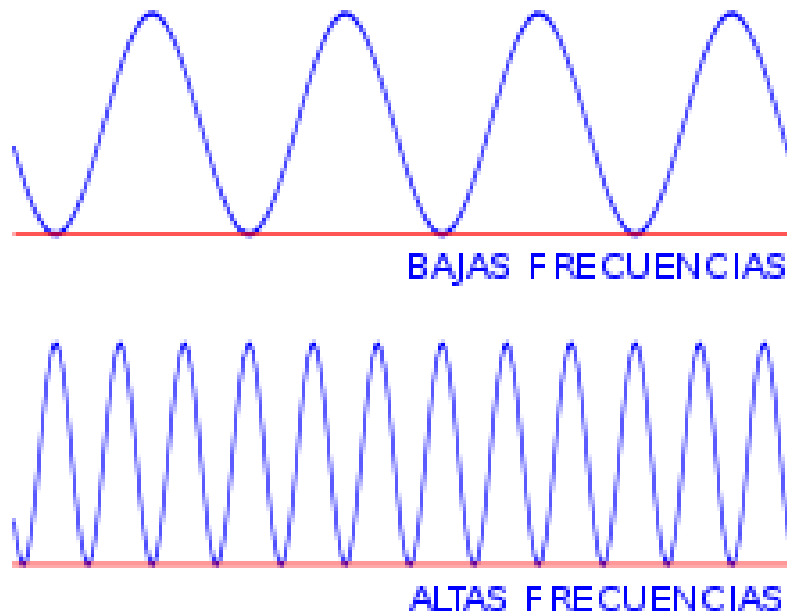


Tomado de: <http://www.profesorenlinea.cl/>



Tomado de: <http://varinia.es/>

FRECUENCIA



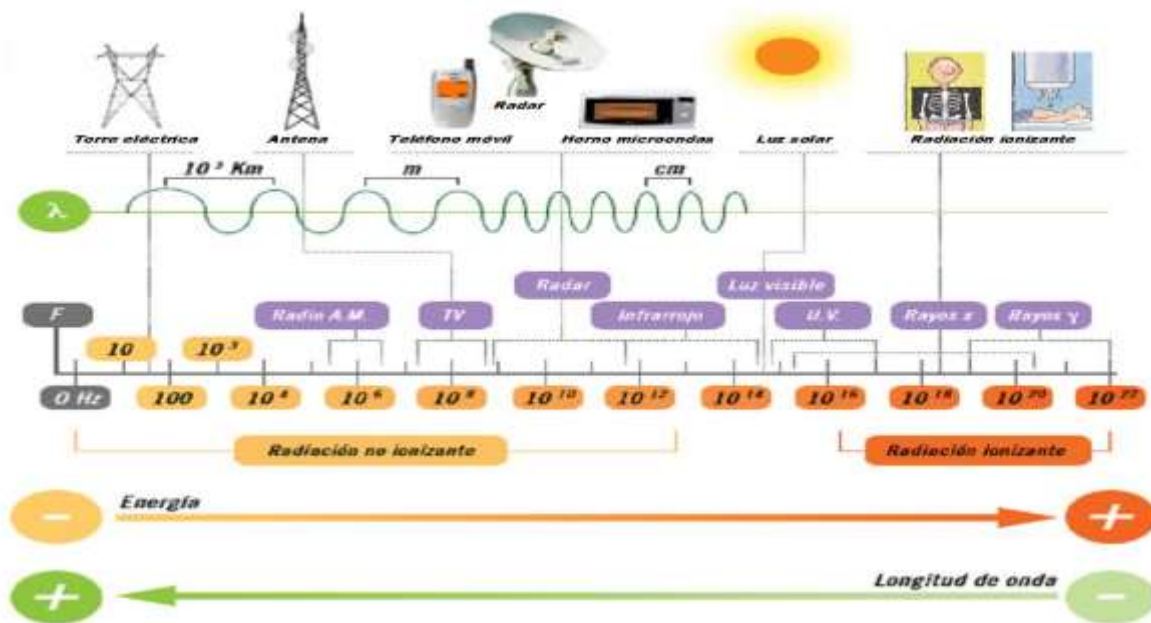
Tomado de: <http://es.wikipedia.org/>

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

Es la relación que existe entre un espacio recorrido igual a una longitud de onda y el tiempo empleado en recorrerlo.

$$v = \lambda \cdot f$$

A continuación, se ilustra la longitud de onda de algunos elementos de mucha utilidad para el bienestar humano:



Tomado de: <http://www.rinconeducativo.org/>

2.2.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

1. En cierto medio, una onda sonora se propaga a $331,7 \text{ m/s}$. ¿Qué longitud de onda debe tener ésta para que una persona perciba el sonido con una frecuencia de 20 Hz ?

Procedimiento

Para hallar la solución se utiliza la ecuación determinada por:

$$v = \lambda \cdot f$$

Despejando la longitud de onda se tiene que:

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \lambda = \frac{331,7 \text{ m/s}}{20 \text{ Hz}} \rightarrow \lambda = \frac{331,7 \text{ m/s}}{20 \text{ 1/s}} \rightarrow \lambda = 16,585 \text{ m}$$

2. Las ondas de agua en un plato poco profundo tienen 6 centímetros de longitud. En un punto, las ondas oscilan hacia arriba y hacia abajo a razón de 4,8 osc/s :

a. ¿Cuál es la rapidez de las ondas?

b. ¿Cuál es el periodo de las ondas?

Procedimiento

¿Se conoce la Longitud de Onda?

Sí, vale 6 centímetros: $6 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.06 \text{ m}$

¿Se conoce la frecuencia?

Sí, vale $f = 4,8 \text{ osc/s}$

¿Se conoce el periodo?

No, pero: $T = \frac{1}{f} \rightarrow T = \frac{1}{4,8 \text{ osc/s}} \rightarrow T = 0,208 \text{ s}$

¿Se conoce la rapidez?

No, pero $v = \lambda \cdot f$ o $v = \frac{\lambda}{T} \rightarrow v = \frac{0,06 \text{ m}}{0,208 \text{ s}} \rightarrow v = 0,288 \text{ m/s}$

3. Señala y justifica la respuesta correcta y determina porqué las otras son incorrectas:

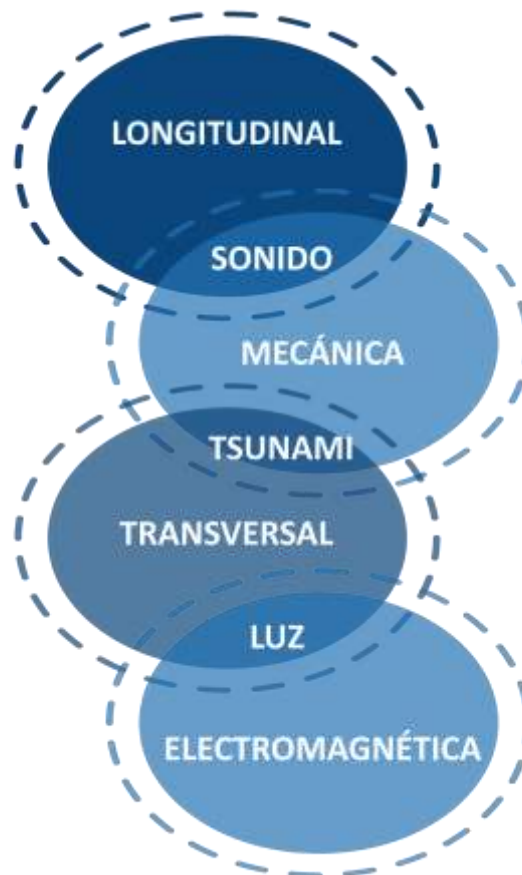
a. Solo la Amplitud.

b. Su Frecuencia y Periodo.

- c. Su Frecuencia y Amplitud.
 - d. Su rapidez de propagación y Amplitud.
 - e. Su rapidez de propagación y Frecuencia.
-

Clasificación de las ondas

Las ondas se pueden clasificar de la siguiente manera:



Tomado de: [Onda - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Onda)
es.wikipedia.org/wiki/Onda

1. EN FUNCIÓN DEL MEDIO EN QUE SE PROPAGAN

Ondas mecánicas

Son aquellas que necesitan de un **medio elástico** para propagarse, medios elásticos tales como un **medio sólido**, un **medio líquido** o un **medio gaseoso**.

En este tipo de ondas **las partículas vibran** alrededor de un **punto fijo**, por lo tanto, no existe transporte de materia a través del medio.

La **velocidad de propagación** de estas ondas **puede ser afectada** por elementos del medio en que se propaga, tales como:

- La Densidad
- La Temperatura
- La Elasticidad
- La Homogeneidad

Dentro de este tipo de ondas están:

- Las ondas elásticas
- Las ondas sonoras
- Las ondas de gravedad

Ondas electromagnéticas

Son aquellas que se **propagan en el espacio**, sin necesidad de un medio para hacerlo, esto es, **se propagan en el Vacío**.

Se da lo anterior por qué las ondas electromagnéticas son producidas por las **oscilaciones de un campo eléctrico**, **asociado** a un **campo magnético**.

La velocidad de las ondas electromagnéticas es **la velocidad de la luz** en el medio de que se trate. Ello es así porque la luz es un **caso particular** de las ondas electromagnéticas, correspondiente a una **franja pequeña de frecuencias**.

Si el medio es el vacío, las ondas electromagnéticas sean de:

- radio,
- microondas,
- infrarrojo,
- luz visible,
- ultravioleta,
- rayos X,
- rayos gamma,
- Se propagan a la velocidad de la luz en el vacío c (*Constante universal para la velocidad de la luz*),

Donde:

$$c = 299.792.458 \text{ m/s}$$

Aproximadamente:

$$c = 300.000 \text{ km/s}$$

Nota 1: La velocidad de las ondas electromagnéticas en el vacío es **constante** con independencia de la velocidad del sistema de referencia (para sistemas inerciales no acelerados), según el **principio de relatividad especial de Einstein**.

Nota 2: Si el medio no es el vacío, la velocidad depende **del medio**.

En el enlace siguiente tienes los valores para diversos medios (en el aire es prácticamente igual a la del vacío):

http://es.wikipedia.org/wiki/Velocidad_d...

Nota 2: De las ecuaciones de **Maxwell** se deduce que la velocidad de las ondas electromagnéticas en un medio de **constantes**

eléctrica ϵ y **constante magnética** μ es:

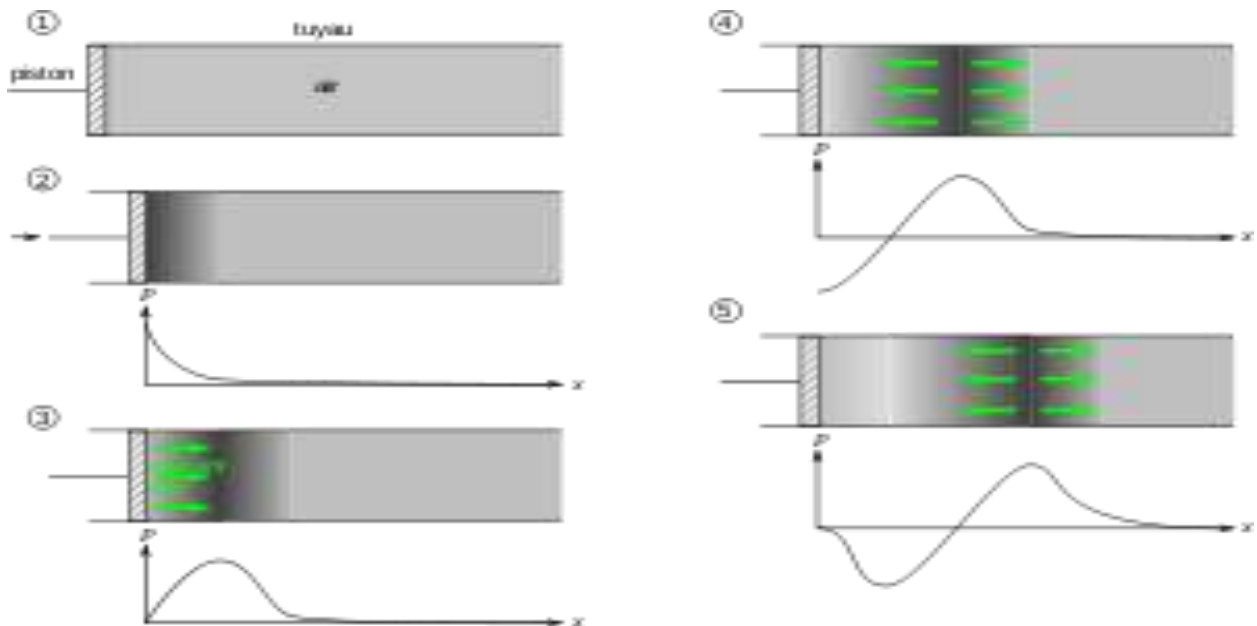
$$c = \frac{1}{\sqrt{(\epsilon \mu)}}$$

Nota 1: De acuerdo a la velocidad puede ser agrupado en **rango de frecuencia**. Este ordenamiento es conocido como **Espectro Electromagnético**, objeto que mide la frecuencia de las ondas.

Ondas gravitacionales

Son **perturbaciones** que alteran la geometría misma del **espacio-tiempo** y aunque es común representarlas viajando en el vacío, técnicamente **no se puede afirmar que se desplacen por ningún espacio**, sino que en **sí mismas** son alteraciones del espacio-tiempo.

4. EN FUNCIÓN DE SU DIRECCIÓN



Tomado de: Onda - Wikipedia, la enciclopedia libre es.wikipedia.org/wiki/Onda

Ondas unidimensionales	Son aquellas que se propagan en una sola dimensión del espacio, como las ondas en los muelles o en las cuerdas. Si la onda se propaga en una dirección única, sus frentes de onda son planos y paralelos.
Ondas bidimensionales o superficiales	Son ondas que se propagan en dos dimensiones. Se llaman también ondas superficiales, porque Pueden propagarse, en cualquiera de las direcciones de una superficie. Un ejemplo son las ondas que se producen en una superficie líquida en reposo, cuando se deja caer una piedra en ella.
Ondas tridimensionales o esféricas	Son ondas que se propagan en tres dimensiones. Las ondas tridimensionales se conocen también como ondas esféricas, porque sus frentes de ondas son esferas concéntricas que salen de la fuente de perturbación expandiéndose en todas direcciones. El sonido es una onda tridimensional. Son ondas tridimensionales las ondas sonoras (mecánicas) y las ondas electromagnéticas.

5. En función del movimiento de sus partículas

Ondas longitudinales  Onda de sonido Autor: Álvaro de J. Laverde Q.08052011	Son aquellas que se caracterizan porque las partículas del medio se mueven o vibran paralelamente a la dirección de propagación de la onda. Por ejemplo, un muelle (resorte) que se comprime da lugar a una onda longitudinal.
---	---

Ondas transversales

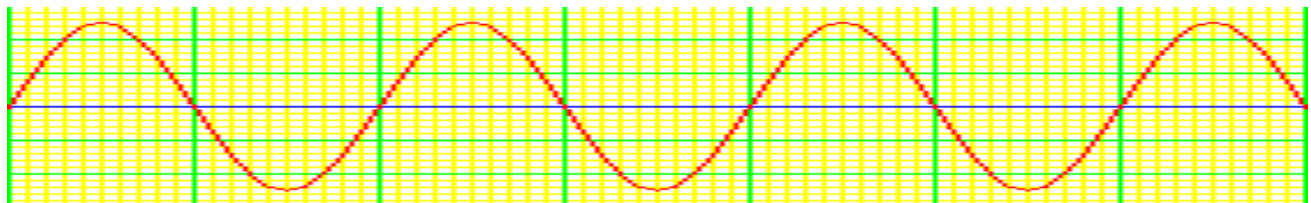


Ondas transversales

Autor: Álvaro de J. Laverde Q.08052011

Son aquellas que se caracterizan porque las partículas del medio vibran perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. Por ejemplo, las olas en el agua o las ondulaciones que se propagan por una cuerda

En función de su periodicidad



Onda periódica

Autor: Álvaro de J. Laverde Q.08052011

Ondas periódicas

La perturbación local que las origina se produce en ciclos repetitivos por ejemplo una onda senoidal

Ondas no periódicas

La perturbación que las origina se da aisladamente o en el caso de que se repita, las perturbaciones sucesivas tienen características diferentes. Las ondas aisladas también se denominan pulsos

■ Comportamientos que experimentan las ondas:

■ El sonido

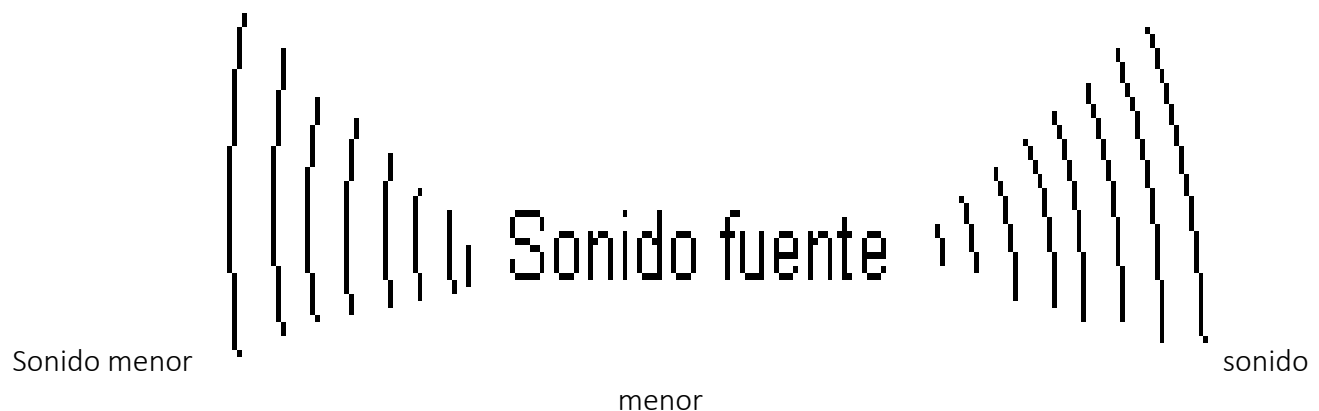
El **sonido** (<http://www.youtube.com/watch?v=ip07NDEOPJ4>, fecha: 15-05-2011): Las ondas de un tipo de sonido se originan cuando **las partículas** y **moléculas** de ese tipo de elemento **chocan** excitándose entre sí por la influencia de un fenómeno físico, concretamente se produce por efecto de alguna **vibración** de un elemento que **es material** como los instrumentos musicales o el caso de la voz.

Notas:

1. Las perturbaciones **viajan a través del aire** hasta que **la fuente** que las producen **pare de vibrar**.
2. Es válido considerar **la voz** como **fuentes generadora** de sonido y **el oído** como **receptor** del mismo.
3. La **velocidad del sonido** se analiza en **diferentes medios** y **fuentes** para conocer la forma de presentarse. En el aire, madera, y agua.

(http://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/Ac%C3%Bstica/Velocidad_del_sonido,

4. Un sonido producido por una **fuentes de sonido fuerte** cubre un **radio proporcional** a **la intensidad del sonido** en el aire, que varía de acuerdo a **la temperatura del medio** hasta atenuarse.



Expansión del sonido fuente
Autor: Álvaro de J. Laverde Q. 16062011

5. La **velocidad del sonido** depende **del medio** en el cual se **propague**:

MEDIO	VELOCIDAD
En el aire a una temperatura de 20°C	343m/s

En el acero	5.100m/s
En el agua a 25°C	1.493m/s
En la madera	3.700m/s.
En el aluminio	6.400m/s

La luz

La **luz** (<http://www.molwick.com/es/relatividad/139-fisica-luz.html#texto> F: 16-06-2011) Fenómeno físico formado de **grupos de partículas** (según Einstein **paquetes de energía electromagnética concentrada sin masa**) llamadas **fotones**.

Nota: La rapidez de la luz es proporcional a la distancia adicional recorrida e inversamente proporcional al tiempo:

$$\text{Rapidez de la luz} = \text{Distancia ad.} / \text{Tiempo ad.}$$

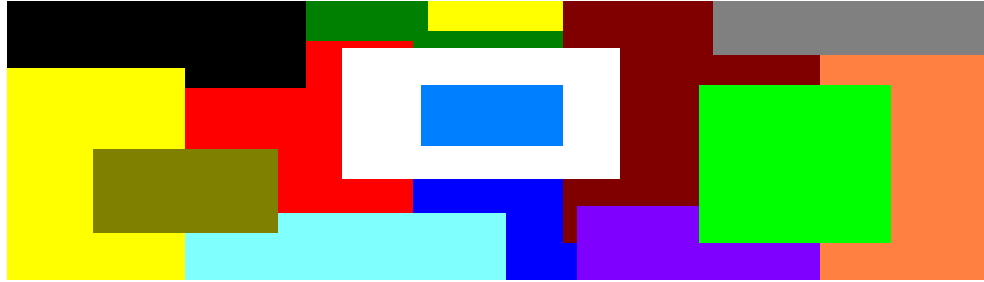
La velocidad de la luz (<http://www.youtube.com/watch?v=D3of-Zgg7dc>, fecha: 15-05-2011) es de **300.000 km/s** y viaja en una componente en forma **de onda eléctrica y magnética** que hace parte de las ondas de **rayos x, ondas de radio y microondas** conformando un **espectro electromagnético**.

(<http://alejandro-luzysonido.blogspot.com/>, fecha: 20-04-2015),
(http://www.asifunciona.com/fisica/af_espectro/af_espectro_7.htm, fecha: 20-04-2015).

El color

Quien estudio y analizo por primera vez el color fue **Isaac newton**, en las demostraciones que hizo sobre la luz usando **un prisma**, al afirmar que **la luz blanca es la suma de todos los colores visibles**.

Un elemento es capaz de **reflejar luz** de las características que lo inciden propiamente y **la frecuencia depende del tipo de color** ya que existen **frecuencias** más y menos visibles en los colores.



Frecuencia del color

2.3 TEMA 3 FENÓMENOS ONDULATORIOS

Todas las ondas pueden experimentar los siguientes fenómenos:

Reflexión

Ocurre cuando una onda, al encontrarse con **un nuevo medio que no puede atravesar**, **cambia de dirección** o también cuando un objeto de determinadas características en los componentes de sus partículas hace que **la luz que incide sobre él retorne a la fuente que la produce**, como el caso de algunos espejos.

Leyes de la reflexión

En un estudio simplificado del fenómeno de la reflexión de ondas en la superficie de separación entre dos medios se pueden definir dos leyes que son:

El rayo **de la onda incidente** y el de **la onda reflejada** están en **un mismo plano**, perpendicular a la superficie de separación entre los dos medios en el punto donde se proyectan. Se ve **un ángulo** que forman el **rayo incidente (RI)** y el **rayo reflejado (RR)** con la perpendicular a la frontera y **son iguales**, se llaman **ángulo de incidencia (α_i)** y **ángulo de reflexión (α_r)**, así:

$$\alpha_i = \alpha_r, \text{ El } \underline{\text{ángulo de incidencia}} \text{ es igual al } \underline{\text{ángulo reflejado}}$$

Gráficamente:

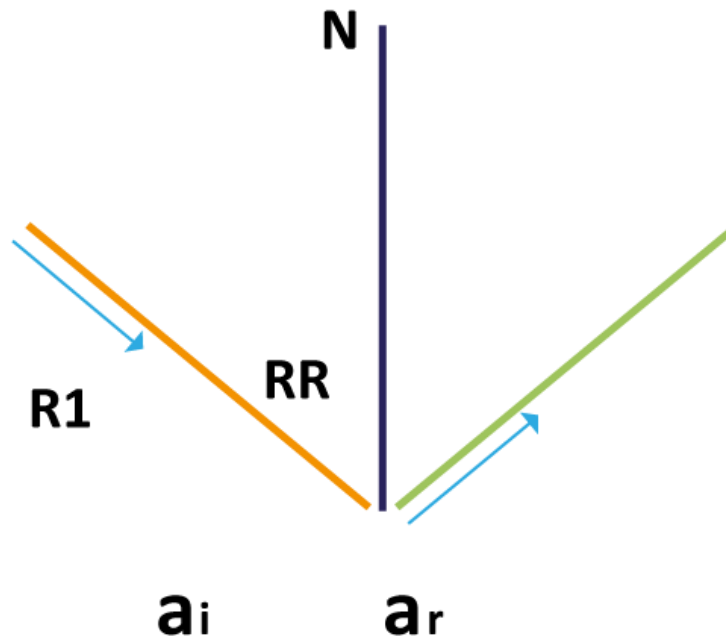


Ilustración ángulo Incidente y ángulo Reflejado
Autoría Propia

Nota 1: El rayo incidente, el rayo reflejado y la Normal, están en el mismo plano.

Nota 2: La normal (N) es una perpendicular levantada en el punto donde incide el rayo.

Nota 3: El fenómeno de Reflexión se da de dos formas:

- Reflexión especular:** Se produce cuando un rayo de luz incide sobre una superficie pulida (espejo), cambia su dirección sin cambiar el medio por donde se propaga; decimos que el rayo de luz se refleja, por ejemplo:



Reflejo en un espejo.

- b. **Reflexión Difusa:** Cuando un rayo de luz incide sobre una superficie "no pulida", los rayos no se reflejan en ninguna dirección, es decir se difunden. Esto se puede producir por ejemplo en la madera, gráficamente:

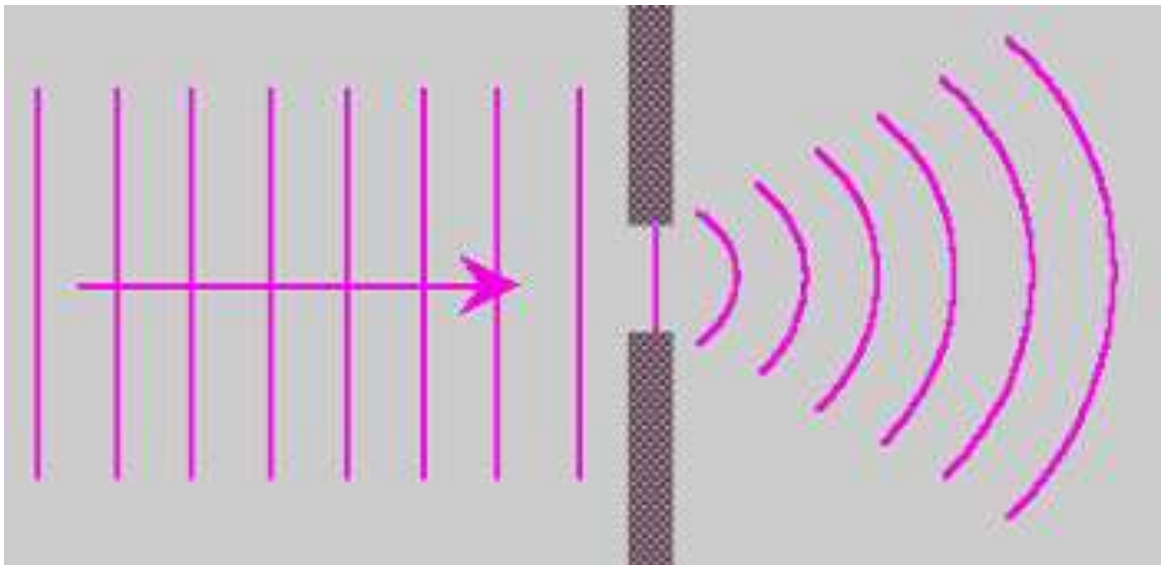


Autoría Propia

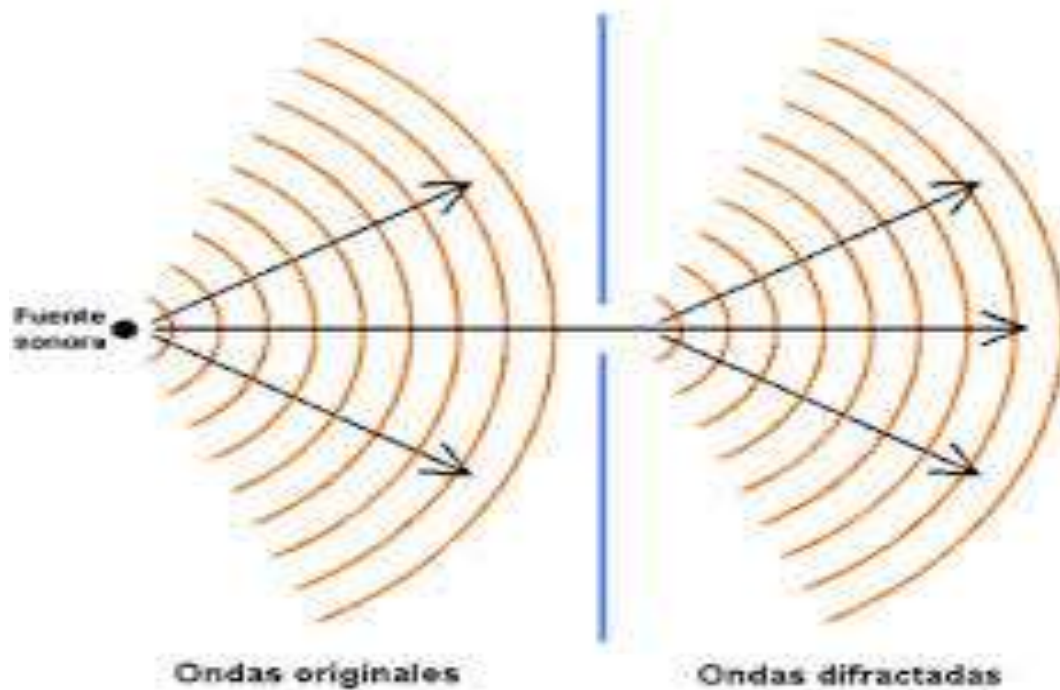
DIFRACCIÓN:

Ocurre cuando una onda al encontrarse con **el borde de un obstáculo** deja de desplazarse en **línea recta** y lo **rodea**, esto es, cuando **el frente de onda encuentra un obstáculo**, los emisores correspondientes al extremo del frente de onda obstruido **no tienen otros emisores** que interfieran con las ondas que ellos generan, y estas se aproximan a **ondas esféricas o cilíndricas**. Como consecuencia, al adoptar el frente de onda una **forma redondeada** en donde fue recortado, la **dirección de propagación de la onda cambia, girando hacia el obstáculo**. Se suele decir que **la onda "dobla" las esquinas**.

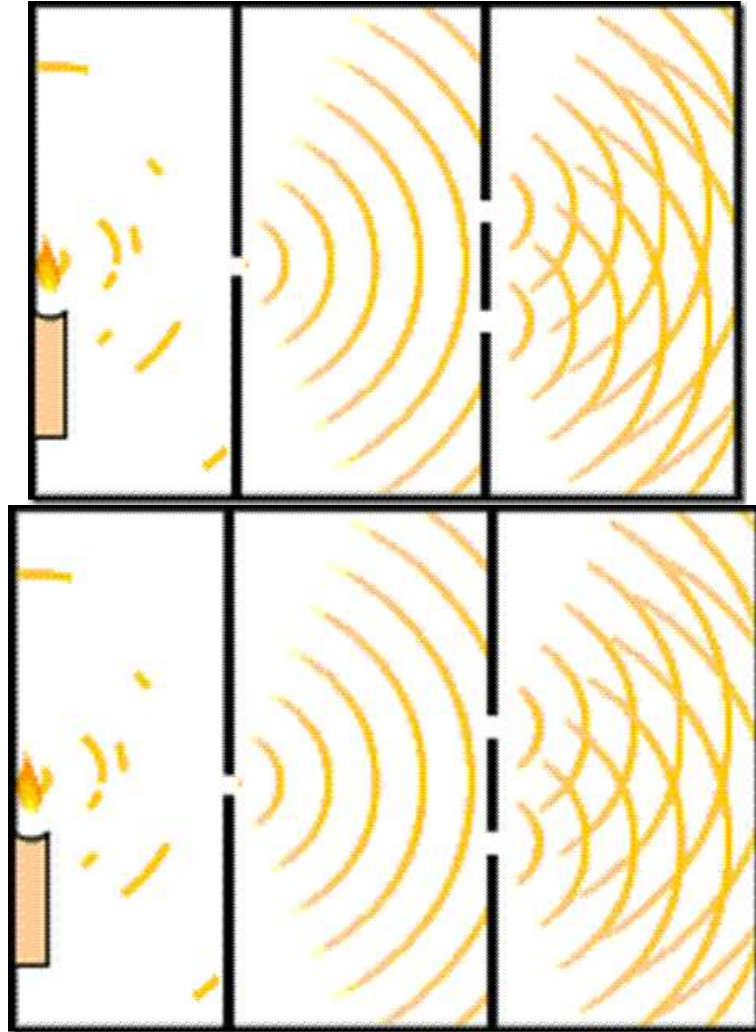
IMÁGENES DE LA DIFRACCIÓN



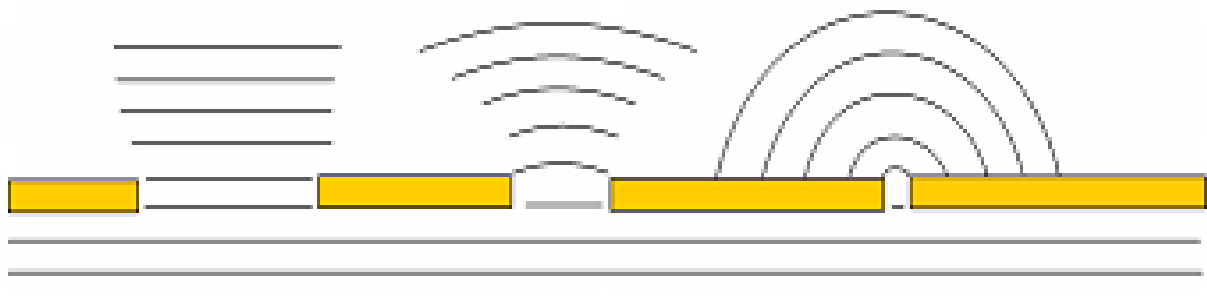
<http://www.sabelotodo.org/ondas/onda.html>



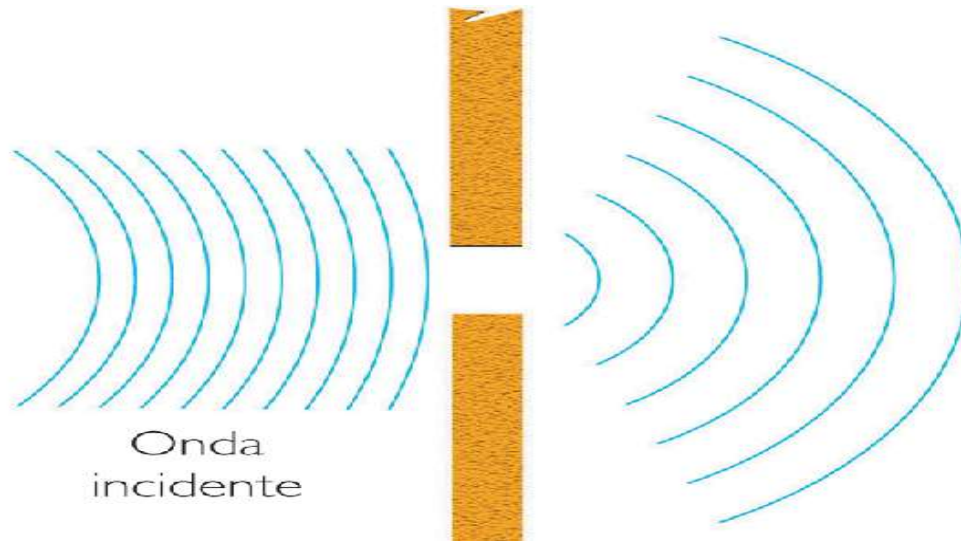
<http://elaprendizajecontemporaneo.blogspot.com/>



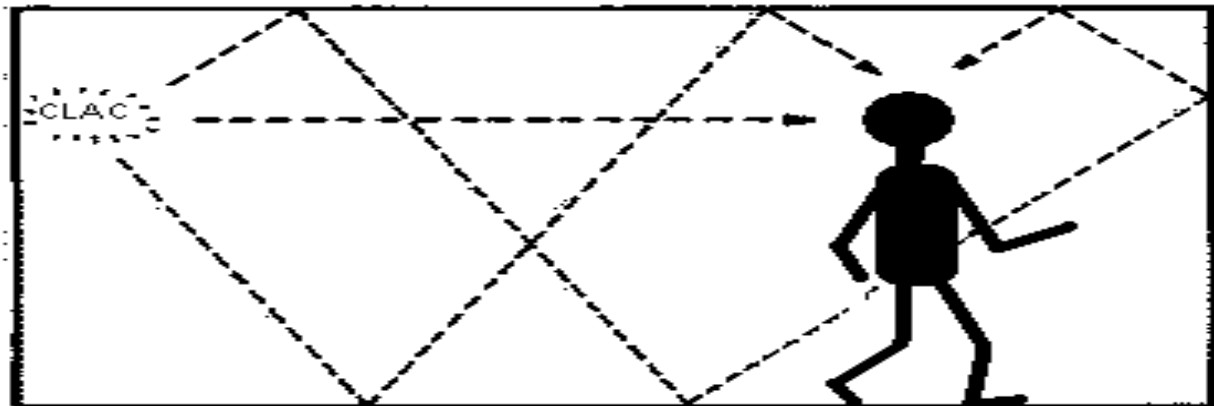
<http://todofisico.es.tl/Reflexion-,Refraccion-,Difraccion-e-Interferencia.htm>



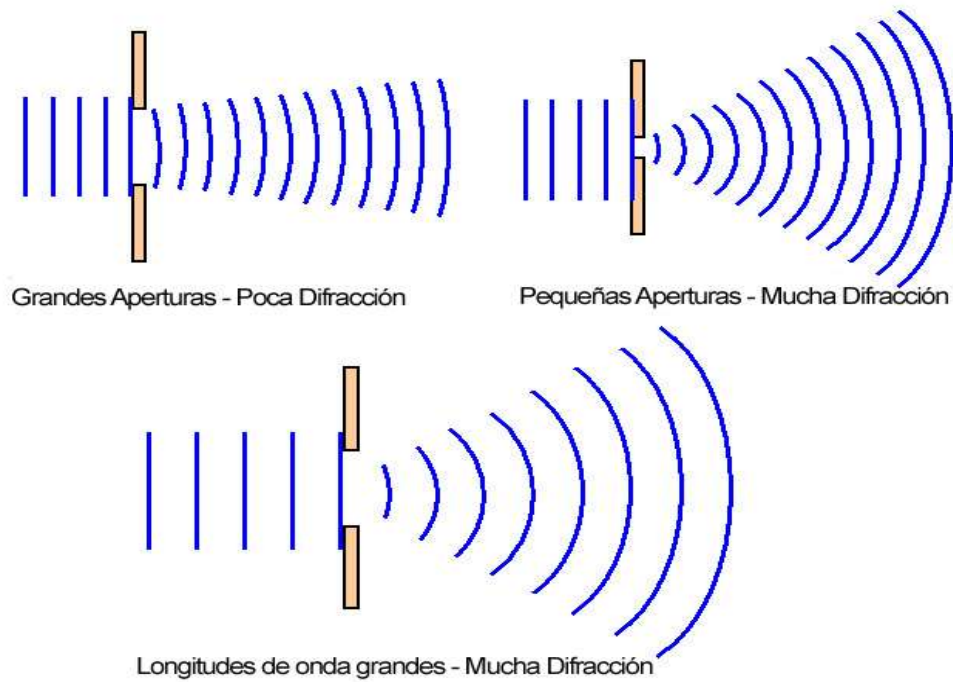
<http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Ondas/Ondas10.htm>



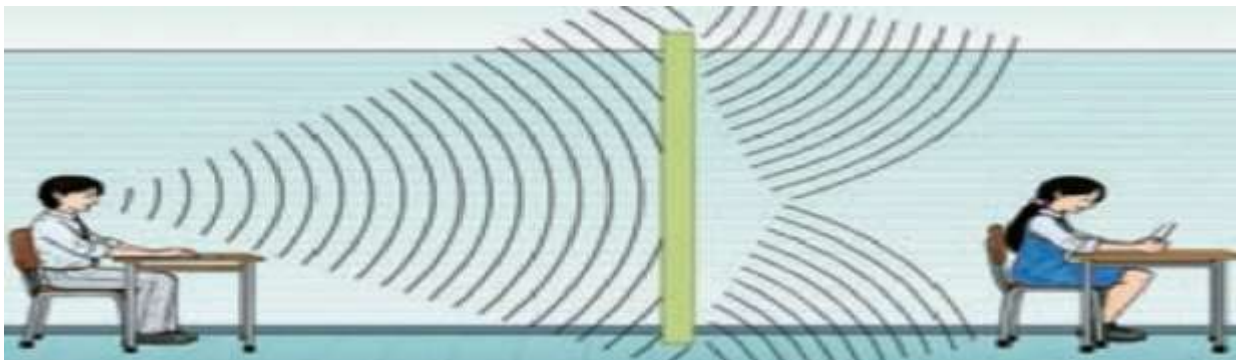
<http://varinia.es/blog/2011/02/23/%C2%BFque-es-la-difraccion-de-la-luz/>



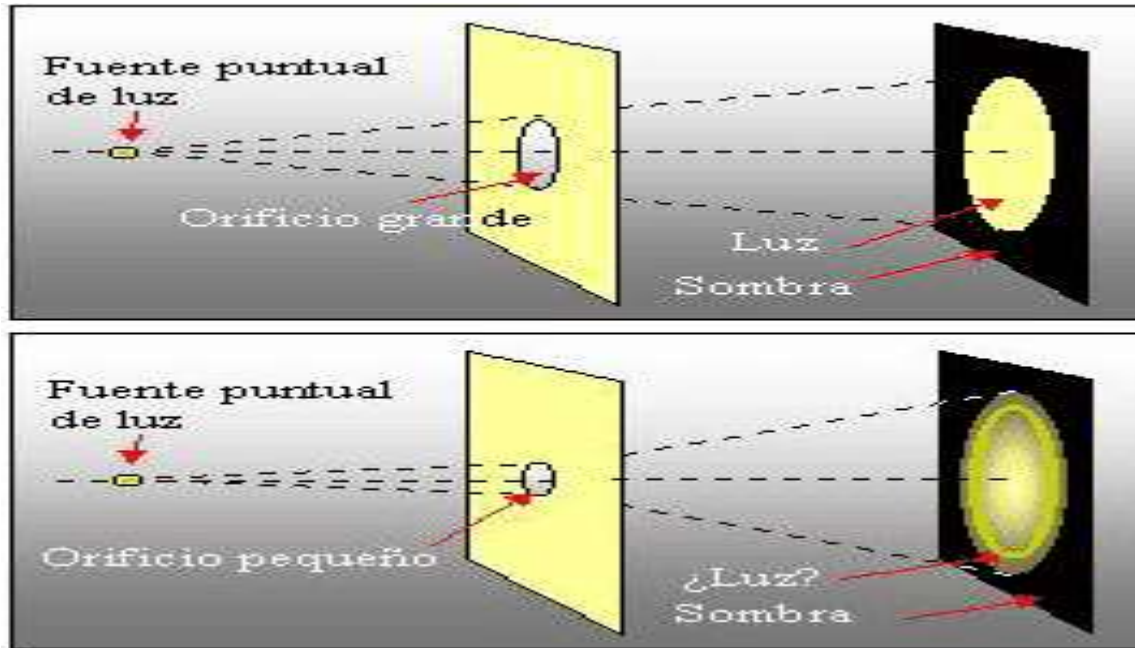
<http://www.mailxmail.com/curso-sonido-conceptos-basicos-componentes-electronicos/reflexion-refraccion-difraccion-sonido>



<http://www.imagen-estilo.com/Articulos/Fotografia-los-basicos/lente-limite-de-difraccion.html>



<http://eca-fisica.blogspot.com/2012/09/onda-fisica.html>



<http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=133072>

Refracción

Ocurre cuando una onda **cambia de dirección**, **cuando cambia de medio de propagación** y varía **su velocidad** (aumentando o disminuyendo).

También se puede definir como el **cambio de dirección** que experimenta una **onda** al pasar de **un medio material a otro**.

Nota 1: Solo se produce si la onda incide **oblicuamente** sobre la superficie de separación de los dos medios y si estos **tienen índices de refracción distintos**.

Nota 2: La Refracción se origina en el **cambio de velocidad de propagación** de la onda señalada.

Un ejemplo de este fenómeno se ve cuando se sumerge un lápiz en un vaso con agua (**ver gráfica 1**): el lápiz parece **quebrado**.



<http://elfisicoloco.blogspot.com/>

Gráfica 1

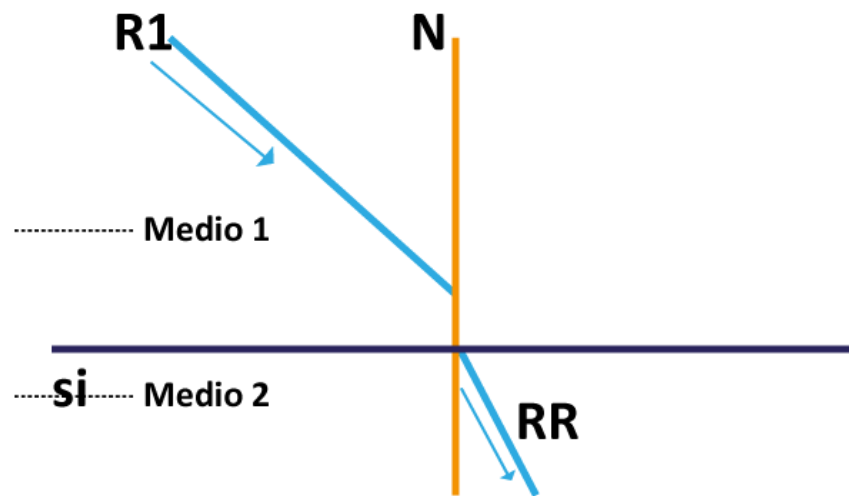
También se produce refracción cuando la luz atraviesa capas de aire a distinta temperatura, de la que depende el índice de refracción.

Los espejismos son producidos por un caso extremo de refracción, denominado reflexión total.

Nota 3: Aunque el fenómeno de la refracción se observa frecuentemente en ondas electromagnéticas como la luz, el concepto es aplicable a cualquier tipo de onda

Nota 4: Cuando el rayo incidente (RI) pasa de un medio menos denso (por ejemplo el aire) a uno más denso (por ejemplo el cristal), será refractado acercándose a la Normal.

Gráficamente:



Dónde:

RI: Rayo Incidente

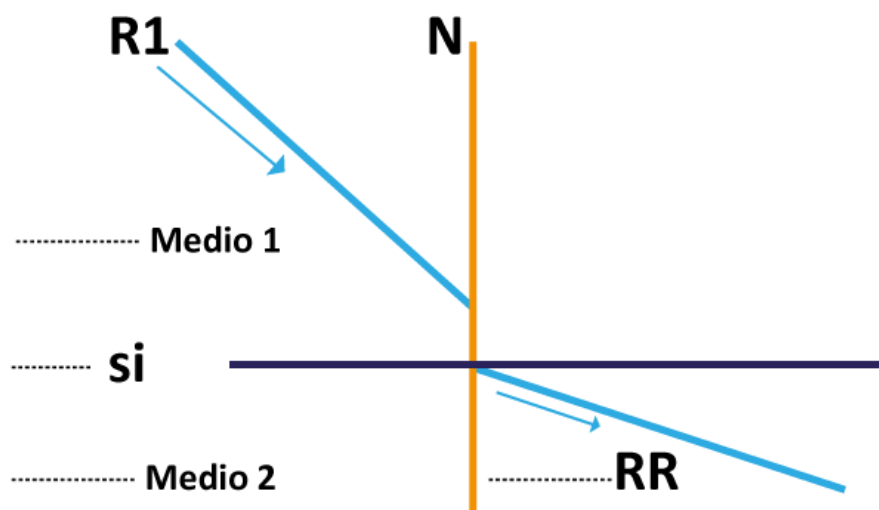
N: Normal

SI: Superficie de Incidencia

RR: Rayo Refractado

Nota 4: Cuando el rayo incidente pasa de un medio más denso a uno menos denso será refractado alejándose de la Normal.

Gráficamente



Nota 5: Los rayos incidentes y refractados hacen parte de un mismo plano perpendicular al de la superficie de separación entre ambos medios, los ángulos rigen la dirección de propagación y tienen según Snell la misma relación.

Nota 6: El ángulo que hace el rayo refractado con la normal, se llama ángulo de refracción, guarda relación con el ángulo de incidencia por medio de la ley de Snell, en honor a su descubridor, el físico neerlandés Willebrord Snell (1580-1626). Expresada como:

$$n_1 \text{ sen}\alpha_i = n_2 \text{ sen}\alpha_r$$

Dónde:

n_1 : Índice del medio 1

n_2 : Índice del medio 2

$\text{sen}\alpha_i$: Seno del ángulo de incidencia

$\text{sen}\alpha_r$: Seno del ángulo de refracción

Interferencia

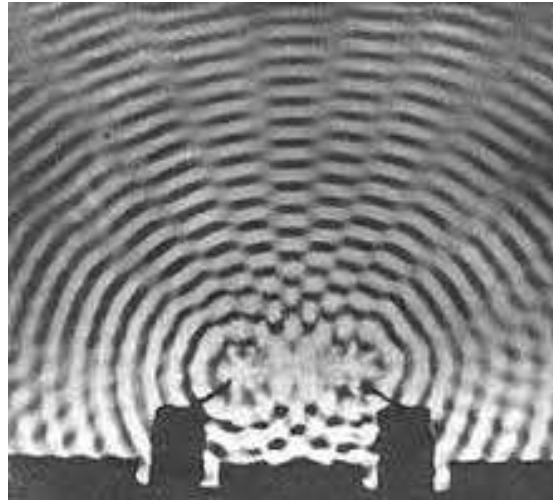
El fenómeno de Interferencia se da cuando dos ondas **se combinan** al **encontrarse** en el **mismo punto del espacio**.

También se puede expresar como un fenómeno en el que **dos o más ondas se superponen** para formar otra onda de **mayor o menor amplitud**.

Este fenómeno se da en cualquier tipo de ondas (sonido, luz radio...).

Nota: La interferencia puede producir el aumento, la disminución o la neutralización del movimiento.

Imágenes de la Difracción



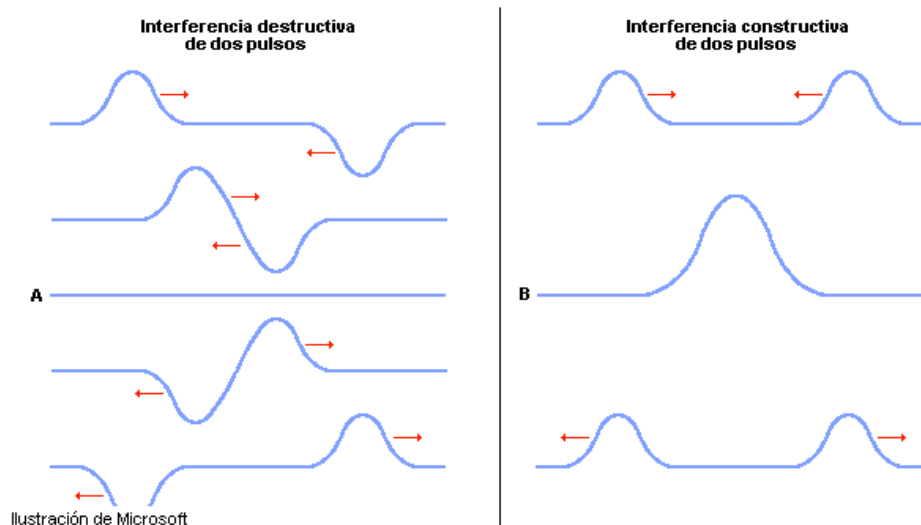
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/32/html/sec_7.html

Nota: La interferencia se da de dos formas:

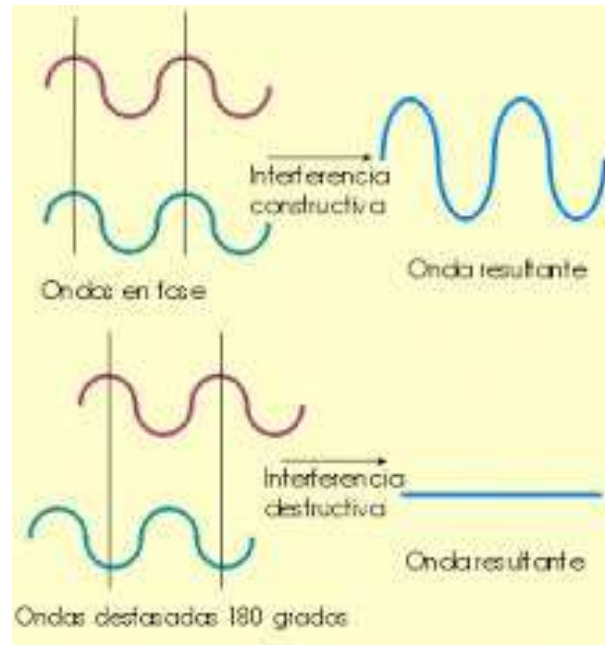
Interferencia Constructiva: Cuando al chocar las ondas se genera una onda de mayor amplitud.

Interferencia Destructiva: Cuando al chocar las ondas se genera una onda de menor amplitud o simplemente desaparecen las ondas.

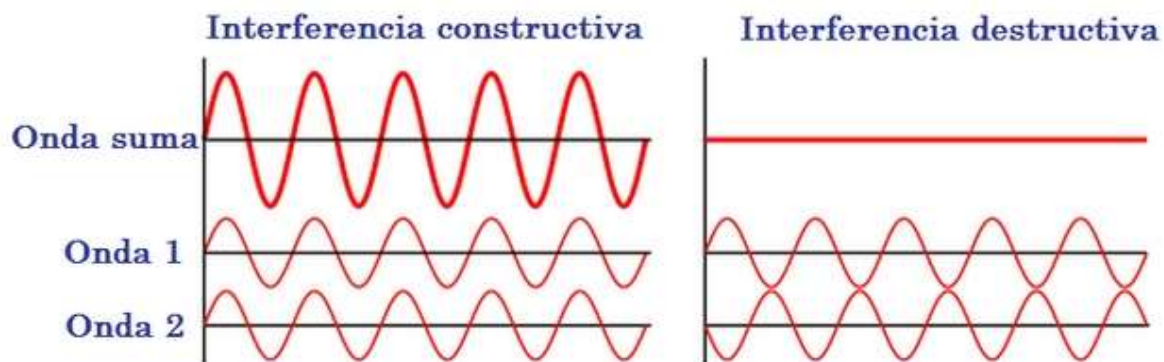
A continuación, se muestra a través de gráficas las dos situaciones:



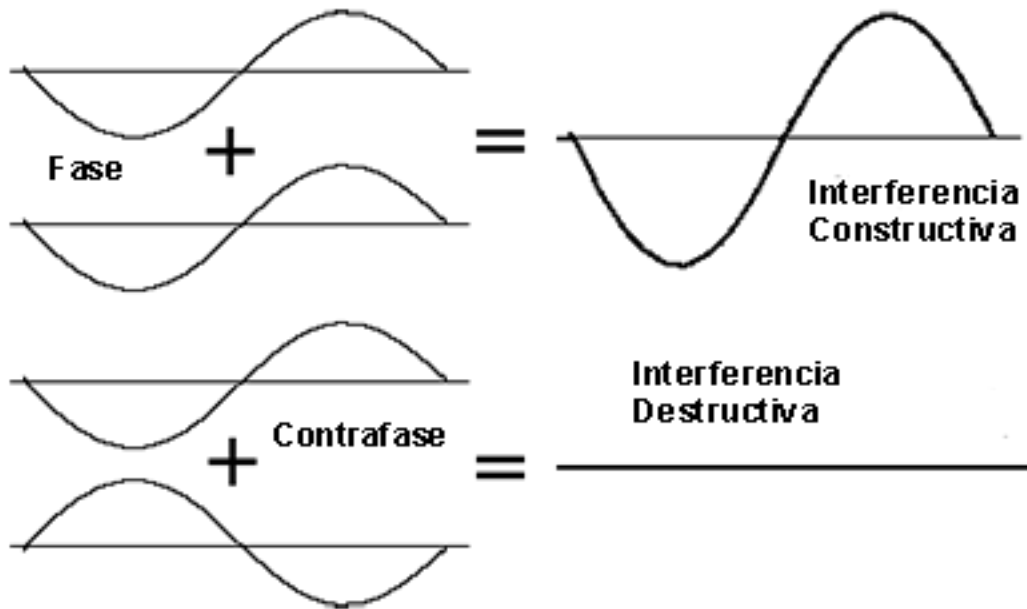
<http://html.rincondelvago.com/cubeta-de-onda.html>



<http://www.lpi.tel.uva.es/>



<http://www.htcmania.com/archive/index.php/t-544935.html>



<http://todo-fotografia.com/2012/naturaleza-y-propiedades-de-la-luz/>

Onda de Choque:

Se da cuando varias ondas que viajan en un medio se superponen formando un cono.

Este término también se utiliza para designar cualquier tipo de propagación ondulatoria, que transporta energía a través de un medio continuo o el vacío, de tal manera que su frente de onda comporta un cambio abrupto de las propiedades del medio, por ejemplo:

- **Explosiones**, como por ejemplo **bombas**.
- Los **aviones supersónicos** provocan ondas de choque al volar por encima de régimen transónico.
- **Meteoritos** que entran en la **atmósfera** producen ondas de choque (el **aumento de temperatura** producido por la onda de choque es la responsable de que se vean los **meteoros**).
- En los alrededores **del canal del relámpago** hay un aire muy caliente que, con ondas de choque, produce el **trueno** en **tormentas**.
- En **el medio interestelar** las ondas de choque pueden ser provocadas por **Supernovas** o por nubes de gas y de polvo al ser atravesadas por cuerpos en movimiento (**Bow Shock**, en inglés).
- Los límites de **la Magnetosfera** de la Tierra son señalados como ondas de choque. En esa frontera las partículas del **viento solar** son frenadas abruptamente.

En **la medicina** han sido ampliamente utilizadas para el tratamiento desintegrador de **cálculos renales** (técnica denominada **litotricia**), ureterales, vesicales, pancreáticos y salivares, recientemente estas ondas también se utilizan para el tratamiento de ciertos procesos **musculo esqueléticos** que cursan con inflamación, calcificación de partes blandas, afectación condral entre otros.

- **En Rehabilitación**, en cuanto a sus **efectos biológicos** cabe destacar:
- **Analgesia**.- Por la destrucción de terminaciones nerviosas, cambios en la transmisión nerviosa por inhibición medular “gate control” e inhibición de las terminaciones nerviosas por liberación de endorfinas.
- **Efecto antiinflamatorio**.- Degradación de mediadores de la inflamación por la hiperemia inducida.
- Aumento temporal de **la vascularización**.- Por parálisis simpática inducida por las ondas.
- **Activación del angiogénesis**.- Rotura intraendotelial de los capilares y migración de células endoteliales al espacio intersticial y activación del factor angiogénico.
- **Fragmentación de depósitos calcáreos**.- por efecto mecánico de las propias ondas.
- **Neosteogénesis**.- Estimulando los factores osteogénicos (Osteonectina entre otros) por micronización osteogénica.

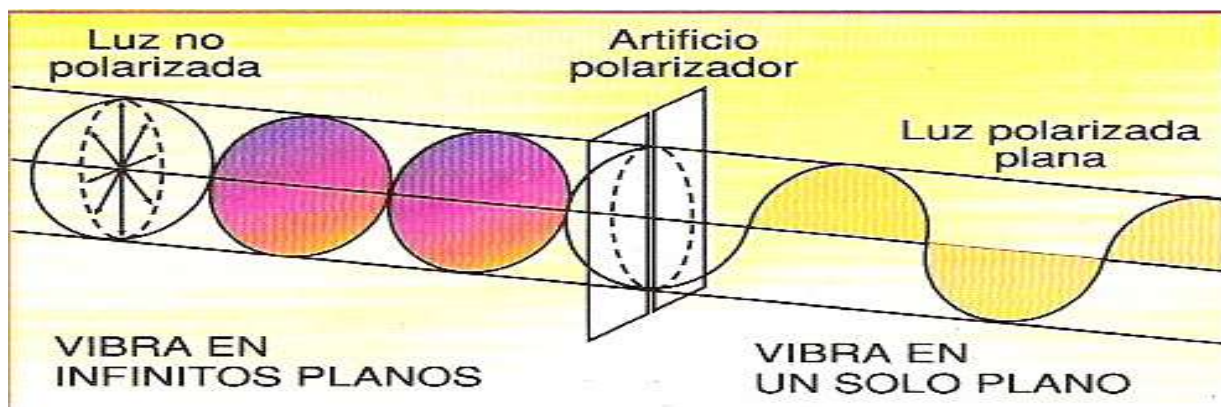
Tomado de: [Onda de choque - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Onda_de_choque)
es.wikipedia.org/wiki/Onda_de_choque

Polarización

La **polarización electromagnética** es una propiedad de **las ondas** que **pueden oscilar con más de una orientación**. Esto se refiere normalmente a las llamadas **ondas transversales**, en particular se suele hablar de las **ondas electromagnéticas**, aunque también se puede dar en otras **ondas transversales**. Por otra parte, las **ondas de sonido** en un **gas** o en un **líquido** son ondas **exclusivamente longitudinales** en la que la oscilación es siempre en **la dirección de la onda**; por lo que **no se habla de polarización** en **este tipo de ondas**.

En una **onda electromagnética**, tanto en el **campo eléctrico** como en el **campo magnético**, son **oscilantes** pero en **diferentes direcciones**; ambas **perpendiculares entre si** y **perpendicular** a la **dirección de propagación de la onda**; por convención, el **plano de polarización de la luz** se refiere a la **polarización del campo eléctrico**.

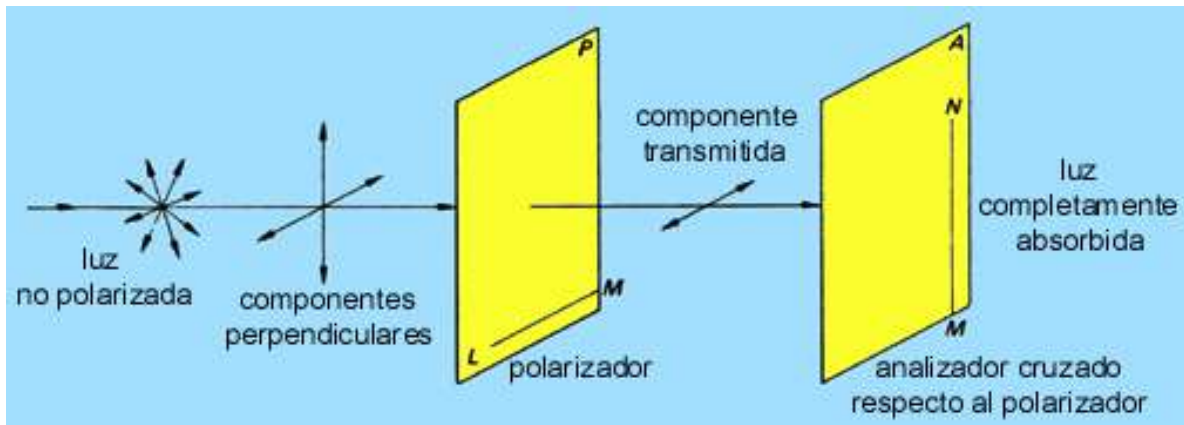
Imágenes de la Polarización de la luz:



<https://comunidadthc.wordpress.com/2011/09/14/algo-sobre-el-3d/>



http://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap11_luz.php



http://opticaa-utilidades.wikispaces.com/*Luz+Blanca+y+Luz+Polarizada*

a. Efecto Doppler

Generalidades: Llamado así por el físico austríaco Christian Andreas Doppler, es el **aparente cambio de frecuencia** de una onda producido por el **movimiento relativo** de la **fuerza** respecto a su **observador**. Doppler propuso este efecto en 1842 en su tratado *Über das farbige Licht der Doppelsterne und einige andere Gestirne des Himmels* (Sobre el color de la luz en estrellas binarias y otros astros).

El científico neerlandés Christoph Hendrik Diederik Buys Ballot investigó esta hipótesis en 1845 para el caso de **ondas sonoras** y confirmó que el tono de un sonido emitido por una fuente que **se aproxima** al observador es **más agudo** que si la **fuerza se aleja**. Hippolyte Fizeau descubrió independientemente el mismo fenómeno en el caso de **ondas electromagnéticas** en 1848. En Francia este efecto se conoce como "**efecto Doppler-Fizeau**" y en los Países Bajos como el "**efecto Doppler-Gestirne**".

En el caso del **espectro visible** de la **radiación electromagnética**, ocurre lo siguiente:

■ Si el objeto **se aleja**, su luz se desplaza a **longitudes de onda más largas**, desplazándose hacia **el rojo**.

■ Si el objeto **se acerca**, su luz presenta una **longitud de onda más corta**, desplazándose hacia **el azul**.

Esta desviación hacia **el rojo** o **el azul** es **muy leve** incluso para velocidades elevadas, como las velocidades relativas entre estrellas o entre galaxias, y **el ojo humano no puede captarlo**, solamente **medirlo indirectamente** utilizando **instrumentos de precisión** como **espectrómetros**. Si el objeto emisor se moviera a **fracciones significativas** de la **velocidad de la luz**, sí sería apreciable de **forma directa** la **variación** de **longitud de onda**.

Sin embargo, hay **ejemplos cotidianos** del efecto Doppler en los que **la velocidad** a la que se mueve el objeto que **emite las ondas** es comparable a la **velocidad de propagación de esas ondas**. La velocidad de una ambulancia (50 km/h) puede parecer insignificante respecto a la **velocidad del sonido al nivel del mar** (unos 1.235 km/h), sin embargo, se trata de aproximadamente un 4% de la velocidad del sonido, fracción suficientemente grande como para provocar que **se aprecie claramente el cambio del sonido** de la sirena desde un tono **más agudo** a uno **más grave**, justo en el momento en que el vehículo pasa al lado del observador.

Tomado: Efecto Doppler - Wikipedia, la enciclopedia libre
es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Doppler

■ Álgebra del Efecto Doppler

Se dan varias situaciones frente a este fenómeno:

1. Fuente emisora en reposo y observador acercándose a ella:

Se tiene un observador que se mueve con una velocidad v_o que se mueve hacia una fuente que se encuentra en reposo (El medio es el aire y también está en reposo); si la fuente emite una velocidad v_f , y tiene una frecuencia f_f y una longitud de onda λ , se determina entonces que la frecuencia percibida por el observador f_o , está determinada por la ecuación:

$$f_o = f_f \left(\frac{v_f + v_o}{v_f} \right)$$

Nota: En este caso el observador debe escuchar el sonido con **mayor intensidad**, ya que se está acercando a la fuente.

2. Fuente emisora en reposo y observador alejándose de ella.

La ecuación estaría dada por:

$$f_o = f_f \left(\frac{v_f - v_o}{v_f} \right)$$

3. Fuente acercándose al observador en reposo.

La ecuación está dada por:

$$f_o = f_f \left(\frac{v_o}{v_o - v_f} \right)$$

Nota: En este caso la frecuencia aparente percibida por el observador será mayor que la frecuencia real emitida por la fuente, lo que genera que el observador perciba un sonido más agudo.

4. Fuente alejándose del observador en reposo.

Está dada por:

$$f_o = f_f \left(\frac{v_o}{v_o + v_f} \right)$$

En general se podría determinar que la frecuencia observada por un observador en reposo con una fuente en movimiento, está determinada por:

$$f_o = f_f \left(\frac{v_o}{v_o \pm v_f} \right)$$

Nota: Se utiliza el signo + (más) cuando la fuente se aleja del observador.

- Se utiliza el signo – (menos) cuando la fuente se acerca al observador.

Visto lo anterior, surge entonces la pregunta:

¿Qué pasa si ambos se están moviendo?

Simplemente se aplica una ecuación que es una combinación de las dos anteriores, esto es:

$$f_o = f_f \left(\frac{v_{f \pm v_o}}{v_o \mp v_f} \right)$$

En este caso se da que el sentido del desplazamiento de la fuente y el observador son inversos:

- Si la fuente de sonido **se aleja** del observador el **denominador es positivo**, pero si **se acerca** es **negativo**.
- Si el observador **se aleja** de la fuente el **numerador es negativo**, pero si **se aproxima** es **positivo**.

Nota: Se puede dar el caso de que el numerador y el denominador sean una suma y también de que el numerador y el denominador sean una resta.

2.3.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE

¿Qué frecuencia percibirá un observador que se mueve con una velocidad de **50 m/s** hacia una fuente sonora (en reposo) que emite una frecuencia de **460 Hz**?

Procedimiento

1. Datos del problema

$$v_o = 50 \text{ m/s} \text{ (Velocidad del observador)}$$

$$v_{\text{sonido}} (f) = 340 \text{ m/s} \text{ (Velocidad del sonido en el aire)}$$

$$f_f = 50 \text{ m/s} \text{ (Frecuencia de la fuente)}$$

2. Como el observador se acerca a la fuente, la velocidad con que percibirá cada frente de onda será mayor a la real, por lo tanto en la ecuación se debe aplicar el signo +.
3. La ecuación a utilizar de acuerdo a las características presentadas (Observador en movimiento y fuente en reposo) está dada por:

$$f_o = f_f \left(\frac{v_f + v_o}{v_f} \right)$$

Reemplazando los valores conocidos, se tiene:

$$f_o = f_f \left(\frac{v_f + v_o}{v_f} \right) \rightarrow f_o = 50 \text{ Hz} \left(\frac{340 \text{ m/s} + 50 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s}} \right)$$

$$f_o = 50 \text{ Hz} \left(\frac{390 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s}} \right) \rightarrow f_o = 50 \text{ Hz} * 1.15 \rightarrow$$

$$f_o = 57,5 \text{ Hz}$$

4. **Solución:** El observador percibe una frecuencia de 57,5 Hz, mayor que la emitida por la fuente, por lo tanto, este percibe el sonido con **un tono más agudo**.

Ondas en reposo y resonancia

Ondas en reposo: Las ondas pueden estar en **estado de reposo**, y luego por medio de **una influencia externa** de otro medio vibrar desde un **punto inicial de frecuencia**.

La resonancia que se presenta cuando la **fuerza periódica** suministrada posee una frecuencia igual o muy similar a la frecuencia natural de vibración del medio y **la onda estacionaria** se origina por la suma de **una onda** y su **misma onda reflejada** en un punto igual para ambas.



Fig.H: Diapason
Autor: Alvaro de J. Laverde Q. 16052011

En el caso del **diapasón**, Figura H, elemento donde sucede una **resonancia**, ya que **vibra emitiendo sonidos** cuando se le somete a **una fuerza periódica** de una onda sonora.

La madera con que están hechas posee un **espectro extenso de frecuencias** con las cuales la onda sonora **se amplifica** al entrar en **resonancia** con el **material del elemento**.

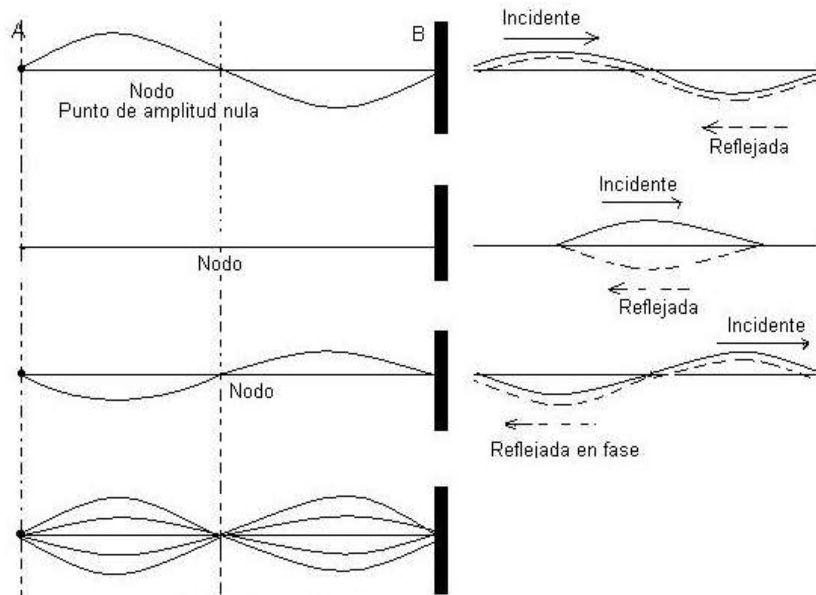


Fig.I: Onda estacionaria
Autor: Alvaro de J. Laverde Q. 17052011

Nota: En el caso de una cuerda con longitud L , la frecuencia más baja es la de nodos $n = 1$ llamada frecuencia fundamental o sea, cuando la cuerda vibra carece de nodos intermedios entre los dos extremos, pero si $n = 2$, se le llama segundo armónico y contiene un nodo intermedio.

2.3.2 EJERCICIO DE APRENDIZAJE

1.Cuál es la longitud de onda de una nota generada por un instrumento musical con una frecuencia de **180 Hz**.

Procedimiento

a. Se sabe que la velocidad de propagación del sonido en el aire a 25° C es de 343 m/s

- $v = 343 \text{ m/s}$

- $f = 180 \text{ Hz}$

b. Aplicando la expresión:

$$\lambda = v/f \rightarrow \lambda = \frac{343 \text{ m/s}}{180 \text{ Hz}} \rightarrow \lambda = \frac{343 \text{ m/s}}{180 \text{ 1/s}} \rightarrow \lambda = 1,905 \text{ m}$$

2.3.3 EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO

1. Un resorte A presenta una constante de elasticidad **K** mayor a la de un resorte B. Es de esperarse que ante la aplicación de una misma fuerza **F** de compresión, el que se comprima más sea:

- a. El resorte A.
- b. El resorte B.
- c. Tanto A como B, por tratarse de la misma fuerza.
- d. No se puede determinar sin conocer el material de cada resorte.

2. Una masa de _____ gramos unida a un muelle de constante elástica $K = \text{_____ N/m}$ se comprime _____ cm y después comienza a oscilar, despreciando el rozamiento.

- Calcule la fuerza necesaria de compresión.
- Halle la amplitud del movimiento.
- Explique qué tipo de movimiento se da en el sistema.
- Calcule la energía potencial elástica, para la máxima amplitud.
- Explique cómo es la velocidad en los puntos de máxima y mínima amplitud.
- Calcule la velocidad máxima del sistema.

- Calcule el tiempo que se demora la masa en pasar por primera vez por el punto de equilibrio.

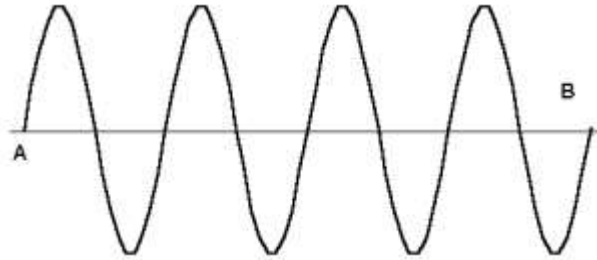
Preguntas

3. ¿Qué es un péndulo simple? Realizar un dibujo con los elementos.
4. ¿De qué depende el periodo del movimiento de un péndulo simple? ¿Qué es el periodo de movimiento?
5. ¿Para qué valor de ángulos, el péndulo simple se comporta como un movimiento armónico simple (MAS)?
6. ¿Cómo se calcula el valor de la gravedad, teniendo la longitud de un péndulo y la frecuencia de oscilación del mismo?

Selección múltiple

1. Una onda es una propagación de:
 - A. velocidad
 - B. materia
 - C. fuerza
 - D. energía
2. Es la distancia entre dos máximos o compresiones consecutivos de la onda:
 - A. frecuencia
 - B. amplitud
 - C. período
 - D. longitud de onda
3. Las unidades de frecuencia son:
 - A. segundos (s)
 - B. metros (m)
 - C. decibeles (db)
 - D. hertz (Hz)
4. La longitud de una onda se puede determinar si se conoce:
 - A. su rapidez de propagación y frecuencia.
 - B. su rapidez de propagación y amplitud.
 - C. su frecuencia y período.
 - D. su frecuencia y amplitud.
5. La máxima distancia que alcanza una partícula del medio por el que se propaga una onda, respecto de la posición de equilibrio, se conoce como:
 - A. amplitud
 - B. período

- C. velocidad de propagación
- D. longitud de onda



6. La figura muestra una onda que se propaga hacia la derecha y que emplea 1 segundo en viajar entre los puntos A y B. Entonces el valor de la frecuencia medida en ciclos/s es igual a:
- A. 8
 - B. 4
 - C. 2
 - D. 1
7. Una niña emite cuatro diferentes sonidos que son captados por un micrófono conectado a un aparato que registra estas señales (Osciloscopio). En este se observaron las señales dibujadas a continuación. ¿Cuál de ellas corresponde una onda de mayor frecuencia?
8. Un cronómetro arranca cuando un péndulo pasa por el punto centro de su oscilación. Una vez que el péndulo ha pasado 90 veces por el punto centro, el cronometro marca 1 minuto. ¿Cuál es la frecuencia oscilación del péndulo?
- A. 90 Hz
 - B. 0.75 s
 - C. 0.75 Hz
 - D. 1.33 Hz
9. Se puede afirmar que mientras mayor es la frecuencia de una vibración, menor es su:
- A. rapidez
 - B. período.
 - C. amplitud.
 - D. oscilación.
10. En una cuerda, la rapidez de propagación es 1.5m/s y la longitud de onda es 0.3m. ¿Cuánto tarda en realizar una oscilación completa?
- A. 0.1 s
 - B. B. 0.2 s
 - C. C. 0.3 s

- D. D. 0.4 s
11. En un estanque con agua se generan ondas como muestra la figura de abajo. La longitud de onda es:
- A. 3m
 - B. 3,5m
 - C. 6m
 - D. 7m
12. Dos ondas de igual frecuencia necesariamente tienen:

- A. Igual velocidad de propagación
- B. Igual período
- C. Igual amplitud

Es (son) correcta(s):

- A. Sólo I
- B. Sólo II
- C. Sólo III
- D. I y II

13. La característica fundamental del sonido es que

- A. Transporta energía
- B. Transporta materia
- C. Transporta energía o materia

Es (son) correcta(s):

- A. Sólo I
- B. Sólo II
- C. Sólo III
- D. I y II

14. Para comprobar la resistencia de un puente ante movimientos bruscos se envían ondas de ultrasonido de diferentes frecuencias que generan movimiento armónico forzado en éste.

El puente exhibe el fenómeno de resonancia cuando la frecuencia de la onda emitida se acerca a la frecuencia natural de oscilación del puente, caso en el cual la amplitud de oscilación del puente es máxima.

En una prueba particular se obtuvieron los datos ilustrados en la siguiente gráfica:

A partir de la gráfica se puede concluir que la frecuencia natural de oscilación del puente está entre

- A. 100 y 500 MHz
- B. 500 y 1000 MHz

- C. 1000 y 1500 MHz
- D. 1500 y 1900 MHz

15. Durante la prueba, la estructura del puente sufrió mayor daño al recibir las ondas de frecuencia 1000 MHz, debido a que esta es

- A. La onda que se emite con mayor amplitud.
- B. La frecuencia promedio de toda la prueba.
- C. La onda de frecuencia más alta que se emitió durante la prueba.
- D. La frecuencia más cercana a la frecuencia natural del puente.

16. Resuelva los siguientes problemas de Efecto Doppler

Recuerde que para realizarlos debe tener muy presente la teoría presentada y los ejemplos resueltos, además es conveniente realizar una gráfica esquematizada del problema que le permita visualizar la situación presentada.

- a) La moto (es la fuente sonora) emite un sonido, supongamos de 200 Hz de frecuencia, que viaja por el espacio hacia todas direcciones a una velocidad de 343 metros por segundo. A su vez, la moto lleva una velocidad propia, que supondremos de 80 km por hora (unos 22 m/s).

¿Qué sucede con los receptores respecto a la **frecuencia** con que perciben el sonido de la moto?

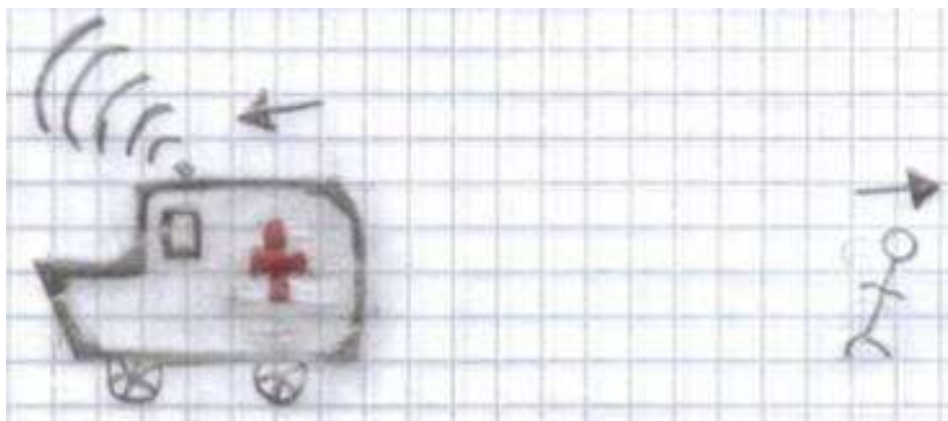
- b) La radio emite un sonido con frecuencia de 440 Hz

El mono (perdón, el receptor u observador) camina hacia la fuente (la radio, en reposo) con velocidad de 20 m/s, ¿con qué frecuencia recibe el sonido el receptor?

- c) La sirena de la ambulancia emite un sonido cuya frecuencia es 200 Hz.

La ambulancia viaja a 80 m/s (alejándose del receptor - observador), el receptor (el mono) se aleja de la ambulancia a velocidad de 5 m/s (con signo – pues se aleja de la fuente)

Pregunta: ¿con qué frecuencia recibe el sonido el receptor?



Problemas tomados de: Efecto Doppler: Fórmulas y cálculos - Profesor en línea

www.profesorenlinea.cl/fisica/Efecto_Doppler_Formulas.htm

e. Una sirena que emite un sonido de $f = 1000 \text{ Hz}$ se mueve alejándose de un observador en reposo y dirigiéndose hacia un acantilado con velocidad constante de $v_1 = 10 \text{ m/s}$. Determinar la diferencia de frecuencia entre la onda que recibe el observador directamente de la sirena y la onda que le llega reflejada en el acantilado.

f. Un murciélago que persigue una mosca emite ultrasonidos a una frecuencia de 55 kHz . El murciélago se mueve a $v_1 = 13 \text{ m/s}$ y la mosca a $v_2 = 2,4 \text{ m/s}$ ambos en la misma recta y no hay viento apreciable. Calcular en estas condiciones:

- (a) Frecuencia con la que llegan las ondas a la mosca.
- (b) Frecuencia que detectará el murciélago para el sonido reflejado en la mosca.

g. Un coche se desplaza por una carretera recta con exceso de velocidad. Un radar móvil situado al borde de la carretera emite microondas de frecuencia $f = 3 * 10^9 \text{ Hz}$. Cuando el coche se está alejando del radar, éste puede medir la velocidad del coche a partir de la interferencia entre las ondas que emite y las ondas que le llegan reflejadas en la parte posterior del vehículo. Si en esta interferencia se producen pulsaciones de frecuencia $f = 576 \text{ Hz}$.

- a) Determinar qué velocidad lleva el coche v_c .
- b) A continuación, el coche de policía se dispone a perseguir al vehículo que se da a la fuga acelerando. Si cuando la policía va a 110 km/h el radar indica pulsaciones de 375 Hz , ¿qué velocidad llevará ahora el coche fugado?

h. Una barca que navega a velocidad v produce ondas superficiales en un estanque debido a una oscilación vertical. La barca efectúa 12 oscilaciones en 20 segundos y cada oscilación produce una cresta de ola. Cada ola tarda $\Delta t = 6 \text{ s}$ en llegar a la orilla que se encuentra a $d = 12 \text{ m}$ de la barca. Además se observa que el ángulo que forman las dos ramas del rastro que deja la embarcación en el estanque es de 90° . Para este caso se pide:

- a) ¿Cuál es la longitud de onda de las ondas generadas en la superficie del agua?
- b) ¿A qué velocidad se desplaza la barca por el estanque?

Tomado de: PROBLEMAS DE ONDAS. EFECTO DOPPLER - elaula.es

www.elaula.es/files/problemas_efecto_dopler_1.pdf

PISTAS DE APRENDIZAJE



Recuerde que: Energía: En física, «energía» se define como la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía, «energía» se refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico.

Tenga presente que: Movimiento Armónico Simple (MAS): El movimiento armónico simple (m.a.s.), también denominado movimiento vibratorio armónico simple (m.v.a.s.), es un movimiento periódico, y vibratorio en ausencia de fricción, producido por la acción de una fuerza recuperadora que es directamente proporcional a la posición.

Recuerde que: La reflexión interna total; en óptica, efecto que ocurre cuando la luz se mueve desde un medio a otro que tiene un índice de refracción menor.

Tenga en cuenta:

Movimiento Periódico	Es aquel que en intervalos iguales de tiempo, tanto la velocidad como la aceleración toman iguales valores, por ejemplo: El movimiento de la tierra alrededor del sol (Movimiento de traslación); El movimiento de la tierra alrededor de su eje (Movimiento de Rotación)
Movimiento Oscilatorio	Es aquel en el cual la partícula se desplaza (oscila) de un punto de una trayectoria a otro, pasando siempre por un punto fijo llamado Centro del Movimiento, ejemplo: El Péndulo
Movimiento Vibratorio	Es un movimiento oscilatorio en que la partícula vibra alrededor del punto fijo, por ejemplo un resorte que se estira y luego se suelta.
Movimiento Armónico Simple (MAS)	Es un Movimiento Vibratorio.

Traiga a la memoria:

ELEMENTOS-DEL-MAS ¹	PUNTO-DE-EQUILIBRIO ²	PUNTOS-DE-RETORNO ³
Elongación (x) ⁴	0 ⁵	$x \text{ máximo} = A$
Amplitud (A) ⁴	0 ⁵	$\pm A$
Velocidad ⁶	Velocidad Máxima⁷	0 ⁸
Aceleración ⁶	0 ⁵	Aceleración Máxima⁷
Energía-Potencial (E_p) ⁹	0 ⁵	SI ¹⁰
Energía-Cinética (E_c) ⁹	SI ¹⁰	0 ⁸

Nota-1: cuando se indica SI en la energía, se está diciendo si en dichos puntos ésta existe; más adelante se determinará la forma de calcularlas.

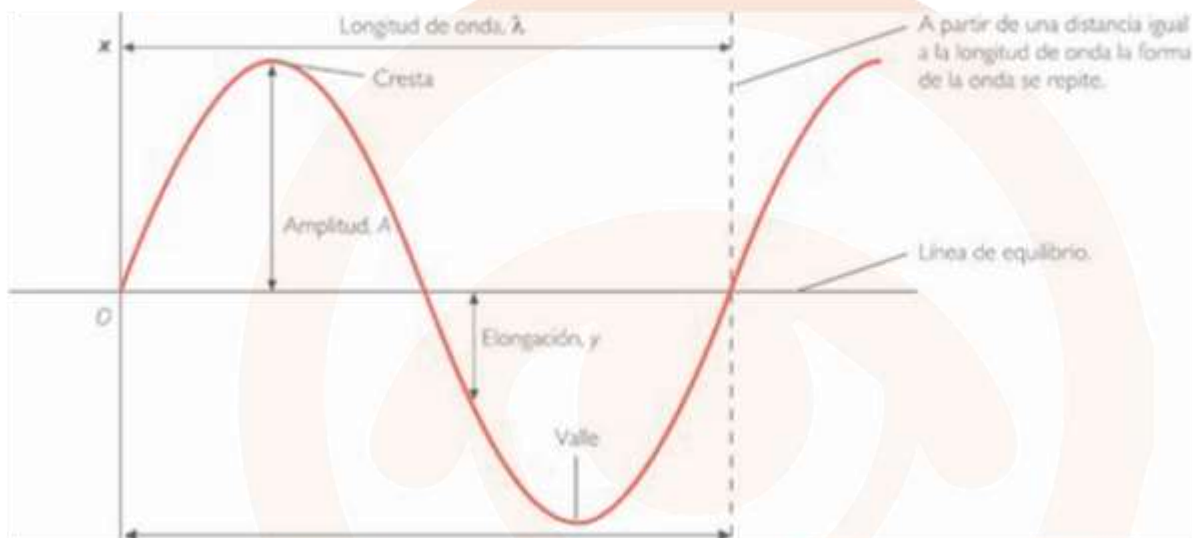
Nota-2: Más adelante se definirán los conceptos de Energía Cinética y Potencial para el MAS (Movimiento Armónico Simple).

Nota-3: Si se desprecia el rozamiento entre el suelo y la masa, la energía mecánica se conserva. El siguiente esquema muestra el comportamiento de la energía potencial elástica en un MAS y la fórmula para calcularla.

PISTAS DE APRENDIZAJE



Recuerde que: Los elementos de una onda son:



Traiga a la memoria: La velocidad del sonido en algunos medios está dada por:

MEDIO	VELOCIDAD
En el aire a una temperatura de 20°C	343m/s
En el acero	5.100m/s
En el agua a 25°C	1.493m/s
En la madera	3.700m/s.
En el aluminio	6.400m/s

Conceptos Fundamentales

- **Aislantes o dieléctricos:** Se denomina dieléctrico al material mal conductor de electricidad, por lo tanto se puede utilizar como aislante eléctrico, además, si es sometido a un campo eléctrico externo, puede establecerse en él un campo eléctrico interno, a diferencia de los materiales aislantes con los que suelen confundirse.
- **Campo de fuerza:** Es una forma de representar los efectos que las cargas eléctricas tienen unas sobre otras. En lugar de decir sobre la fuerza que una carga positiva (+) ejerce sobre un electrón, se puede decir que la carga crea un “campo” de fuerza en el espacio vacío a su alrededor.
- **Campo magnético:** Es una región del espacio en la cual una carga eléctrica puntual de valor q que se desplaza a una velocidad V , sufre los efectos de una fuerza que es perpendicular y proporcional tanto a la velocidad como al campo, llamada inducción magnética o densidad de flujo magnético.
- **Carga Eléctrica:** Es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas por la mediación de campos electromagnéticos.
- **Carga puntual:** Es una carga eléctrica localizada en un punto geométrico del espacio. Evidentemente, una carga puntual no existe, es una idealización, pero constituye una buena aproximación cuando estamos estudiando la interacción entre cuerpos cargados eléctricamente cuyas dimensiones son muy pequeñas en comparación con la distancia que existen entre ellos.
- **Constante dieléctrica o permisividad relativa ϵ_r de un medio continuo:** Es una propiedad macroscópica de un medio dieléctrico relacionado con la permisividad eléctrica del medio.
- **Coulomb:** Cantidad de carga transportada en un segundo por una corriente de un Amperio de Intensidad de corriente eléctrica.
- **Densidad de carga eléctrica:** Es la cantidad de carga eléctrica por unidad de longitud, área o volumen que se encuentra sobre una línea, una superficie o una región del espacio, respectivamente.
- **Electrización:** Es el efecto de ganar o perder cargas eléctricas, electrones, generado por un cuerpo eléctricamente neutro.
- **Electrostática:** Es la rama de la Física que analiza los efectos mutuos que se producen entre los cuerpos como consecuencia de su carga eléctrica, es decir, el estudio de las cargas eléctricas en equilibrio.
- **Energía eléctrica:** Resulta de la diferencia de potencial o tensión entre dos puntos, logrando establecer una corriente eléctrica a través de un sistema conductor.
- **Intensidad de campo E :** Es la *Fuerza $\times$ Unidad de Carga*, es una magnitud que admite una representación vectorial. Además, está relacionada con la fuerza, de modo que conociendo el valor de E en un punto es posible determinar la fuerza que experimentaría una carga distinta de la unidad si se la situara en dicho punto, y viceversa.
- **La capacidad o capacitancia:** Características especiales de los condensadores que maneja la relación entre la diferencia de tensión eléctrica en las placas del capacitor y la carga eléctrica almacenada.
- **La energía potencial eléctrica por unidad de carga:** Es el cociente de la energía potencial eléctrica total entre la cantidad de carga.

- **Magnetismo o energía magnética:** Es un fenómeno físico por el cual los objetos ejercen **fuerzas** de atracción o repulsión sobre otros materiales. Hay algunos materiales conocidos que han presentado propiedades magnéticas detectables fácilmente como el **níquel, hierro, cobalto** y sus **aleaciones** que comúnmente se llaman **imanes**. Sin embargo todos los materiales son influidos, de mayor o menor forma, por la presencia de un **campo magnético**.

OBJETIVO GENERAL

Aplicar los conceptos básicos de electricidad y magnetismo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los fundamentos de la carga eléctrica.
- Determinar el comportamiento eléctrico de la carga electrostática.
- Describir la ley de Coulomb y aplicarla en la solución de problemas que involucran carga eléctrica.
- Reconocer las formas cómo se produce la fuerza eléctrica.
- Aplicar los fundamentos y principios del campo eléctrico.
- Interpretar el efecto de la energía eléctrica y potencial eléctrico.
- Diferenciar las propiedades físicas de la capacitancia y dieléctrica.
- Analizar el fenómeno de electrización de los cuerpos.

3.1 TEMA 1 CARGA ELÉCTRICA

■ **Definición:** Es una propiedad física intrínseca de algunas **partículas subatómicas** que se manifiesta mediante **fuerzas de atracción y repulsión** entre ellas por la mediación de **campos electromagnéticos**. La **materia cargada eléctricamente** es influida por los **campos electromagnéticos**, siendo a su vez, **generadora** de ellos. La denominada **interacción electromagnética** entre **carga** y **campo eléctrico** es una de las cuatro interacciones fundamentales de la física. Desde el punto de vista del modelo estándar **la carga eléctrica** es una medida de la capacidad que posee una **partícula** para **intercambiar fotones**.

Una de las principales características de la **carga eléctrica** es que, en cualquier proceso físico, **la carga total** de un sistema aislado **siempre se conserva**. Es decir, la suma algebraica de **las cargas positivas** y **las cargas negativas** **negativas no varía** en el tiempo, esto es: **$Q_i = Q_f$**

Tomado de: [Carga eléctrica - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Carga_eléctrica)
[es.wikipedia.org/wiki/Carga eléctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Carga_eléctrica)

Ejemplo para ilustrar la presencia de cargas eléctricas: El Electroscopio



<http://arquimedes.matem.unam.mx/>

El electroscopio es un instrumento cualitativo empleado para demostrar la presencia de cargas eléctricas. El electroscopio está compuesto por dos láminas de metal muy finas, colgadas de un soporte metálico en el interior de un recipiente de vidrio u otro material no conductor.

Una esfera recoge las cargas eléctricas del cuerpo cargado que se quiere observar; las cargas, positivas o negativas, pasan a través del soporte metálico y llegan a ambas láminas. Al ser iguales, las cargas se repelen y las láminas se separan. La distancia entre éstas depende de la cantidad de carga.

En general se puede decir que es una propiedad de partículas subatómicas (**pérdida o ganancia de electrones**) que se da por medio de **atracciones** y **repulsiones** que denotan **las interacciones electromagnéticas** entre ellas como se muestra en la siguiente figura:

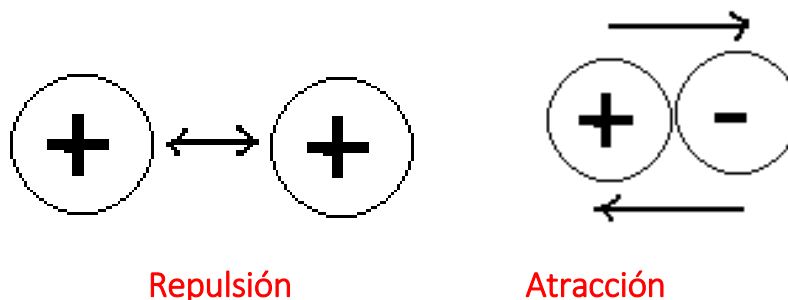


Fig: Atracción y repulsión de cargas

Nota: La carga eléctrica (<http://html.rincondelvago.com/carga-electrica-y-electricidad.html>, fecha: 15-05-2011) es discreta, fenómeno visto por Robert Millikan.

- (c) A los **electrones** asignó **carga negativa** igual a -1 simbolizándola como $-e$.
- (d) Los **protones** poseen carga positiva: $+1$ o $+e$.
- (e) Los **quarks** * tienen carga fraccionaria: $\pm \frac{1}{3}$ o $\pm \frac{2}{3}$, pero no se han observado en forma física libre.
- (f) Los **neutrones** tienen igual carga negativa y positiva $-e = +e$

En **física de partículas**, los **cuarks** o **quarks**, junto con los **leptones**, son **los constituyentes fundamentales de la materia**. Varias especies de quarks **se combinan**, de manera específica, para formar **partículas subatómicas** tales como **protones** y **neutrones**.

Los **quarks** son las **únicas partículas fundamentales** que interactúan con las **cuatro fuerzas fundamentales**. Son partículas parecidas a los **gluones** en **peso** y **tamaño**, esto se asimila en la **fuerza de cohesión** que estas partículas ejercen sobre ellas mismas. Son partículas de **espín 1/2**, por lo que **son fermiones**. Forman, junto a los **leptones**, la **materia visible**.

Hay **seis tipos** distintos de **quarks** que los físicos de partículas han denominado de la siguiente manera:

-  up (arriba)
-  down (abajo)
-  charm (encanto)
-  strange (extraño)
-  top (cima)
-  bottom (fondo).

Fueron nombrados **arbitrariamente** basados en la **necesidad de nombrarlos de una manera fácil de recordar y usar**, además de los correspondientes **antiquarks**.

Tomado de: [Quark - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Quark)
es.wikipedia.org/wiki/Quark

■ Unidades de carga eléctrica:

Sistema Internacional (S.I)

Para la medida de la magnitud de **La unidad de carga eléctrica (Cantidad de electricidad)** se utiliza el **CULOMBIO** o **COULOMB** este se representa por **c**, en honor del físico Francés Charles Augustin de Coulomb.

El coulomb se define como: La **cantidad de carga** transportada en un segundo por una corriente de **un Amperio** de **Intensidad de corriente eléctrica**, esto es:

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$$

En otras palabras se puede decir que **un Coulomb** es la **cantidad de carga (A)** que pasa por la **sección transversal** de un **conductor eléctrico** en la **unidad de tiempo (t)** en segundos, si la **corriente eléctrica** es de **un amperio**, cuando la **carga** es de **$6,24 \times 10^{18}$** electrones aproximadamente, se obtiene:

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$$

Nota 1: La carga eléctrica se puede obtener por:

- Inducción.
- Efecto fotoeléctrico.
- Electrolisis.
- Por efecto termoeléctrico.
- Por contacto.

Nota 2: La carga que tiene el electrón, es alrededor de 1.6×10^{-19} culombios llamada carga elemental y la carga eléctrica de un cuerpo simbolizada como **q o Q** , es medida según el número de electrones que tenga en exceso o faltante.

Nota 3: En el sistema internacional la unidad de carga se nombra culombio (C) y es la cantidad de carga a medida de un metro que proyecta sobre otra cantidad de igual de carga, la fuerza de $9 \times 10^9 \text{ N}$.

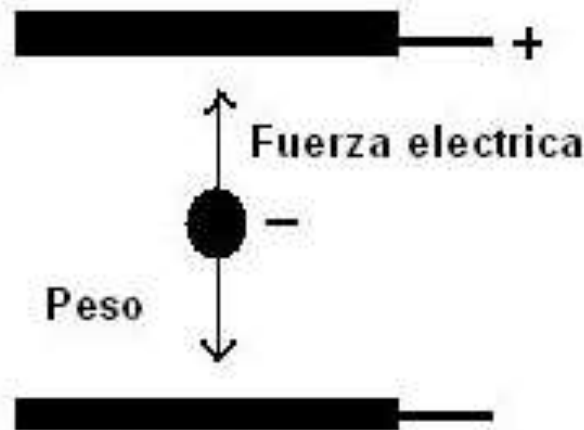


Fig.J: Experiencia millikan
Autor: Alvaro de J.Laverde Q. 17052011

Densidad de carga eléctrica

Se llama densidad de carga eléctrica a **la cantidad de carga eléctrica** por **unidad de longitud**, **área** o **volumen** que se encuentra sobre **una línea**, **una superficie** o **una región del espacio**, respectivamente.

Existen **tres tipos de densidad** de carga eléctrica:

- Superficial,
- Lineal, y
- Volumétrica.

Densidad de carga lineal

Para uso en **cuerpos lineales** como **hilos**, se utiliza la ecuación dada por:

$$\lambda = Q/L$$

Dónde:

Q: Es la carga del cuerpo.

■ **L** : Es la longitud.

Nota: En el Sistema Internacional (SI) se mide en:

$$\text{Coulomb/metros} [C/m]$$

■ Densidad de carga superficial

Se usa para **superficies**, como una **plancha metálica delgada**, el **papel de aluminio**, está dada por:

$$\sigma = Q/S$$

Dónde:

■ **Q** : Es la carga del cuerpo.

■ **S** : Es la superficie.

Nota: En el Sistema Internacional (SI) se mide en:

$$\text{Coulomb/metros cuadrados} [C/m^2]$$

■ Densidad de carga volumétrica

Está determinada para cuerpos que poseen volumen (tienen tres dimensiones), está dada por:

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

Dónde:

■ **Q** : Es la carga del cuerpo.

■ **V** : Es el volumen.

Nota: En el Sistema Internacional (SI) se mide en:

$$\text{Coulomb} / \text{metros cúbicos} \left[\frac{C}{m^3} \right]$$

■ Formas para cambiar la carga eléctrica de los cuerpos

Para determinar la forma de cambiar la carga eléctrica de los cuerpos, se definirá el siguiente concepto:

Electrización: es el efecto de **ganar** o **perder** cargas eléctricas, electrones, generado por un cuerpo eléctricamente neutro.

CLASES DE ELECTRIZACIÓN	
Por contacto	Al colocar un cuerpo cargado en contacto con un conductor se transfiere carga de un cuerpo al otro y el conductor se carga positivamente si cedió electrones o negativamente si ganó.
Por fricción	Al frotar un aislante con materiales, los electrones son transferidos del aislante al otro material o viceversa, cuando se separan ambos cuerpos quedan cargados .
Por frotamiento	Al rozar dos cuerpos, uno con el otro, se electrizan uno positiva y el otro negativamente , las cargas no se crean ni se destruyen , solamente se trasladan de un cuerpo a otro o de un lugar a otro en el interior del cuerpo (conservación de la carga).

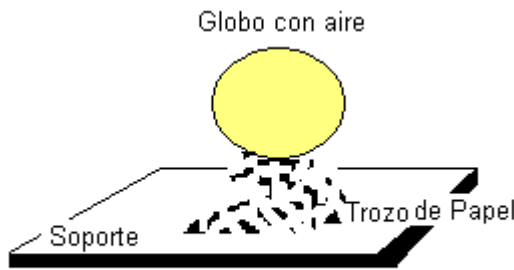


Fig.K. Carga por frotamiento
Autor: Alvaro de J.laverde Q. 16052011

Al frotar con un paño un globo con aire se ve que atrae pequeños trozos de un material liviano y se adhiere a una superficie, como el pizarrón.

Por ejemplo: Varillas de distintos materiales frotadas con tela se acercan a trozos de algún material liviano como corcho, papel o semillas de grama. Se ve como dichos materiales son atraídos por las varillas por el efecto de carga eléctrica presente.

Carga por inducción

Si se acerca un cuerpo cargado negativamente a un conductor aislado, la fuerza de repulsión entre el cuerpo cargado y los electrones de valencia en la superficie del conductor hace que estos se desplacen a la parte más alejada del conductor al cuerpo cargado, quedando la región más cercana con una carga positiva, lo que se nota al haber una atracción entre el cuerpo cargado y esta parte del conductor. Sin embargo, la carga neta del conductor sigue siendo cero (neutro).

Carga por Efecto Termoeléctrico.

Cuando se aplica calor a la unión de dos materiales metálicos distintos, (termopar) una de las uniones se calienta más que la otra, proporcionando una diferencia de tensión que hace mover corriente eléctrica entre las uniones fría y caliente.

Cuerpo redondo posee carga positiva y el rectangular es neutro (igualdad de cargas positivas y negativas), ambos cuerpos conductores.

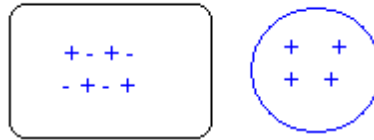


Fig.L1 Carga por inducción
Autor: Alvaro de J. Laverde Q. 17052011

Al **aproximar** ambos cuerpos se observará que **se reordenan las cargas** en el **cuerpo neutro**.

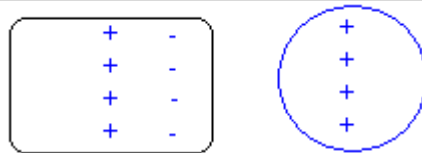


Fig.L2: Carga por inducción
Autor: Alvaro de J. Laverde Q. 17052011

Cuando se parte el cuerpo rectangular al medio quedarían dos trozos, el de la izquierda cargado **negativamente** y el de la derecha **positivamente**.

El **cuerpo circular** tiene **carga positiva** y la rectangular carga neutra, si se acerca el cuerpo cargado al cuerpo de carga neutra.

Ambos cuerpos en contacto las cargas tienden a **neutralizarse**, las cargas negativas del cuerpo rectangular se dirigen hacia el de carga positiva.

Luego se separan los cuerpos, el cuerpo redondo tiene carga positiva, menor debido a una compensación con la carga negativa transferida y el rectangular al perder carga negativa gana carga positiva. Usando inducción se provoca carga contraria al cuerpo que la induce y por contacto se logra la misma carga en los dos cuerpos.

Carga por efecto de luz directa.

Es **la emisión de electrones** por un material si se ilumina con **radiación electromagnética** (luz visible o ultravioleta, en general).

Carga por Electrólisis.

Es **la ionización** al **fundirse** o si **se disuelven** en agua u otros líquidos, las moléculas **se disocian** en **especies químicas** cargadas **negativa y positivamente**.

Los iones positivos de la disolución viajan hacia el electrodo negativo y los iones negativos hacia el positivo y depende del voltaje aplicado.

Proceso electrólisis: Consiste en colocar dos placas de distintos materiales metálicos, ya sea cobre y aluminio, sumergidas en una solución química salina, el cobre será el electrodo positivo y el aluminio el electrodo negativo, los electrones pasarán del electrodo negativo al positivo cuando se cierre el circuito entre ambos.

3.1.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE

Determinar la carga eléctrica en un hilo de longitud 10cm (0.10 m), con densidad lineal de carga uniforme de 23 C/m.

Procedimiento

a. Se sabe que:

$$\lambda = Q/L \rightarrow Q = \lambda \cdot L \rightarrow Q = 23 \frac{C}{m} * 0.10m.$$

$$Q = 0,23 C$$

b. Solución: La carga eléctrica es de 0,23.

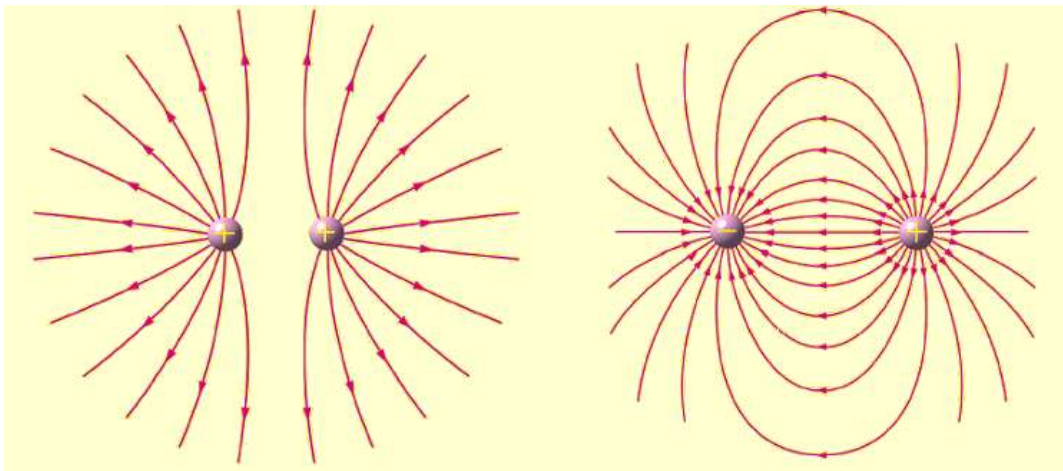
3.2 TEMA 2 CARGA ELECTROSTÁTICA

La electrostática es la rama de la Física que analiza los efectos mutuos que se producen entre los cuerpos como consecuencia de su carga eléctrica, es decir, el estudio de las cargas eléctricas en equilibrio. La carga eléctrica es la propiedad de la materia responsable de los fenómenos electrostáticos, cuyos efectos aparecen en forma de atracciones y repulsiones entre los cuerpos que la poseen.

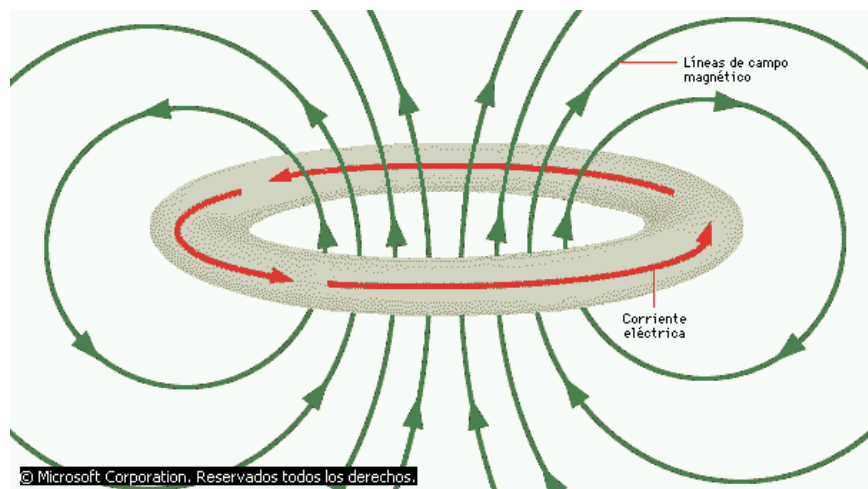
Históricamente, la electrostática fue la rama del **electromagnetismo** que primero se desarrolló. Con la postulación de la **Ley de Coulomb** fue descrita y utilizada en experimentos de laboratorio a partir del **siglo XVII**, y ya en la segunda mitad del **siglo XIX** las **leyes de Maxwell** concluyeron definitivamente su estudio y explicación, y permitieron demostrar cómo las **leyes de la electrostática** y las **leyes que gobiernan los fenómenos magnéticos** pueden ser estudiadas en el mismo marco teórico denominado **electromagnetismo**.

Tomado de: [Electrostática - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Electrostática)
es.wikipedia.org/wiki/Electrostática

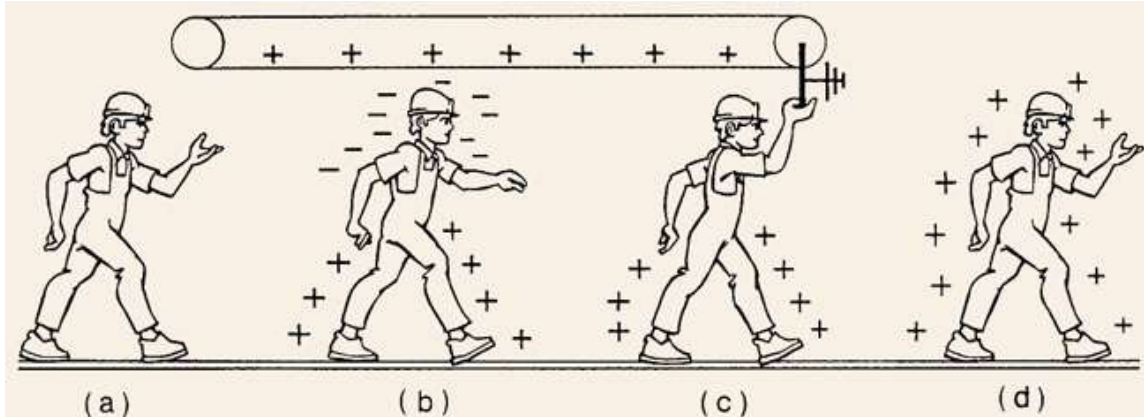
■ Imágenes de Carga Electrostática



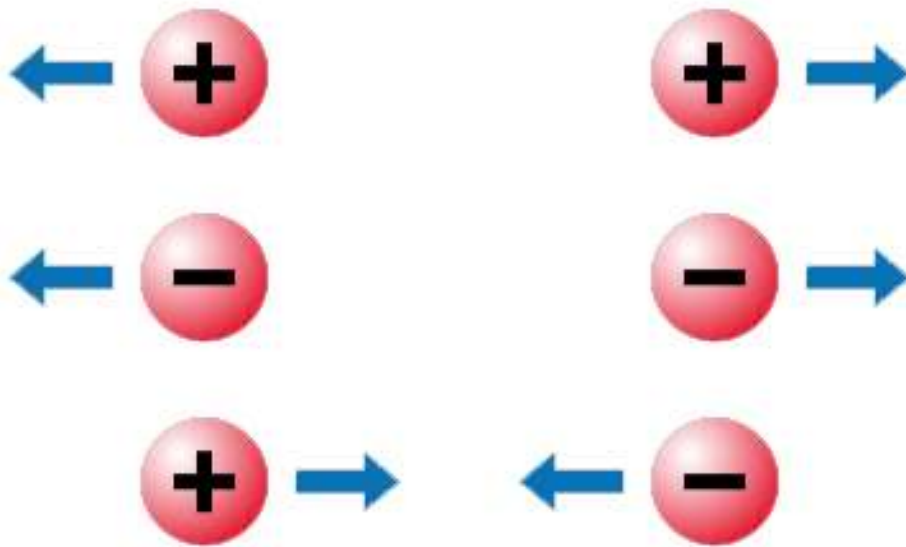
http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_electrost%C3%A1tico



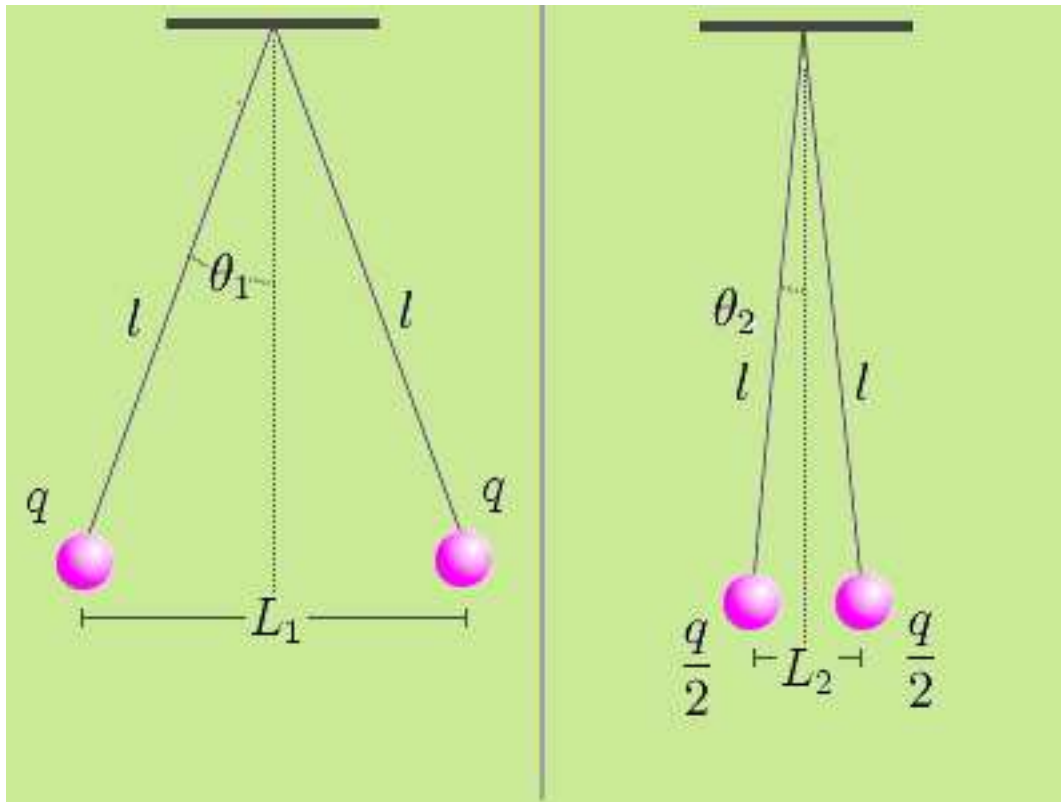
<http://html.rincondelvago.com/carga-electrica-y-electricidad.html>



<http://www.siafa.com.ar/notas/nota63/proteccion.htm>



<http://www.iesdmjac.educa.aragon.es/departamentos/fg/asignaturas/fg3eso/materialdeaula/FQ3ESO%20Tema%204%20Propiedades%20electricas%20de%20la%20materia/2>



http://armando-guzzi.blogspot.com/2012_06_01_archive.html

Se determina, entonces que **la Electrostática** es la **retención de cargas eléctricas** en un objeto el cual **se descarga** cuando el objeto **se pone en contacto con otro**.

Nota 1: En 1832, Michael Faraday estableció con sus experimentos que **la electricidad** en un imán, en una batería y la electricidad son idénticas.

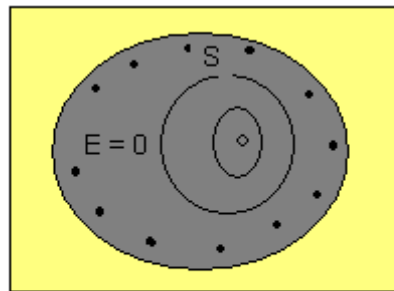


Fig.M: Carga electrostatica
Autor:Alvaro de J. Laverde Q.17052011

■ Todos los materiales tienen **cargas eléctricas** que tienden a pasar de un cuerpo a otro cuando se presenta un **fenómeno de alteración** en su condición física, y puede ser **ganando o perdiendo electrones** o **cargas** que se encuentran en **forma electrostática**.

■ Un **conductor** se caracteriza por que los **portadores de carga** se pueden **mover libremente** por el interior del mismo.

■ Si las **cargas** en un **conductor en equilibrio** están **en reposo**, la **intensidad del campo eléctrico** en todos los puntos interiores del mismo **deberá ser cero**, de otro modo, las **cargas se moverían** originando una **corriente eléctrica**.

■ Dentro de un **conductor**, en forma general, se presenta como una **superficie cerrada S**, y el campo eléctrico **$E = 0$** en todos los puntos de dicha superficie representa la **carga electrostática**. El flujo a través de la **superficie cerrada S** es **cero**. La **carga neta q** en el interior de dicha superficie **es nula**.

■ Como la **superficie cerrada S** la podemos hacer tan pequeña como se desee, podemos decir que en **todo punto P** del interior de un conductor **no hay exceso de carga**, por lo que **deberá situarse en la superficie del conductor**.

Otras maneras de visualizar **las cargas electrostáticas** son:

- Carga eléctrica de varillas por frotamiento,
- Carga eléctrica de electroscopio por contacto,
- Campanitas de franklin
- Platos voladores,
- Electrógrafo,
- Carga por inducción de dos esferas conductoras,

- Generador de whimshurt,
- Generador Van der graff,
- Gotero de kelvin, entre otras.
- Carga por efecto fotoeléctrico

Los **fotones incidentes** son absorbidos por los electrones del medio dotándoles de **energía suficiente** para escapar de éste.

- El efecto fotoeléctrico es la base de la **producción de energía eléctrica por radiación solar** y del aprovechamiento energético de la **energía solar**.
- El efecto fotoeléctrico se utiliza también para la **fabricación de células** utilizadas en los detectores de llama de las calderas de las grandes centrales termoeléctricas.
- También se utiliza en **diodos fotosensibles** tales como los que se utilizan en las **células fotovoltaicas** y en **electroscopios** o **electrómetros**.
- En la actualidad los **materiales fotosensibles** más utilizados son, aparte de los derivados del cobre (ahora en menor uso), **el silicio**, que produce **corrientes eléctricas mayores**.
- El efecto fotoeléctrico también se manifiesta en cuerpos expuestos a la luz solar de **forma prolongada**. Por ejemplo, las **partículas de polvo** de la **superficie lunar** adquieren **carga positiva** debido al impacto de **fotones**.
- Las **partículas cargadas** se **repelen mutuamente** elevándose de la superficie y formando una **tenue atmósfera**. Los satélites espaciales también adquieren **carga eléctrica positiva en sus superficies iluminadas** y **negativa en las regiones oscurecidas**, por lo que es necesario tener en cuenta estos efectos de acumulación de carga en su diseño.

CARGAS ELECTROSTÁTICAS	
Dos esferas cargadas	Dos esferas cargadas indican existencia de cargas eléctricas al sentir la fuerza del campo cuando se acercan o distancian entre sí.
Tres esferas suspendidas	Tres esferas cargadas negativamente suspendidas a través de un hilo aislado forman un triángulo , producto entre sus fuerzas de repulsión cuando se enfrentan .

Varillas con distinta carga eléctrica	Al suspender de un hilo una varilla cargada por frotamiento en uno de sus extremos de tal forma que pueda girar , luego se le acerca otra varilla cargada con diferente signo , se produce atracción visible entre ambas varillas.
Cargas puntuales con igual signo	Utilizando aceite y semillas de grama con dos electrodos cilíndricos cargados de igual signo con el generador Wimshurt , se logra obtener líneas de campo para dos cargas eléctricas del mismo signo puntuales.
Orientación de dipolos en un campo eléctrico	Por medio del uso de la esfera de van der Graff se genera un campo eléctrico que orienta varios dipolos alineándolos a su alrededor.
Jaula de Faraday con laminitas	En la jaula de Faraday , usando materiales conductores livianos , interna y externamente, se carga por medio del generador electrostático . Se observa que los conductores livianos que están dentro de la jaula no presentan ningún cambio mientras que los externos se cargan y son luego repelidos .

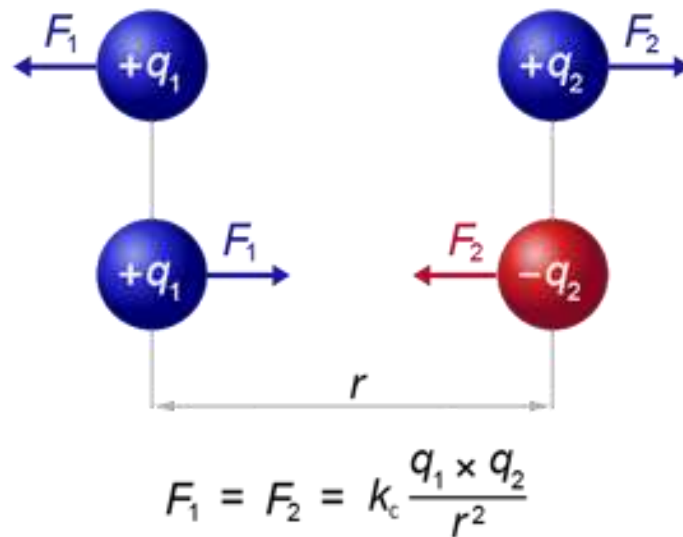
3.3 TEMA 3 LEY DE COULOMB

- Se entiende por **carga puntual** una carga eléctrica localizada en **un punto geométrico del espacio**. Evidentemente, **una carga puntual no existe**, es **una idealización**, pero constituye una buena aproximación cuando estamos estudiando la **interacción entre cuerpos cargados eléctricamente** cuyas dimensiones son muy pequeñas en comparación con la distancia que existen entre ellos.
- La **fuerza electrostática** entre dos cargas puntuales **es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa**, tiene la **dirección de la línea que las une**.

Nota 1: La fuerza es de repulsión si las cargas son de igual signo

Nota 2: La fuerza es de atracción si las cargas son de signo contrario.

- Cuando se habla de la **fuerza entre cargas eléctricas** siempre se está suponiendo que éstas se encuentran **en reposo** (de ahí la denominación de **Electrostática**).
- La expresión para el **cálculo de la fuerza** está dada por:



Tomado de: <http://e-ducativa.catedu.es/>

Dónde:

F_1 y F_2	Corresponden a la fuerza eléctrica y tienen igual magnitud porque cumplen la tercera ley de Newton. Esta fuerza se da en newton (N)
K_c	Es un valor constante conocido como “ constante de Coulomb ”, que tiene un valor de: $9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$
q_1 y q_2	Es el valor de las cargas y se mide en Coulomb (C).

3.3.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

1. Hallar la fuerza entre dos cargas $q_1 = 3 \text{ C}$ y $q_2 = 4 \text{ C}$ separadas por una distancia de 0,2m con $K_c = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

Procedimiento

- a. Utilizando la fórmula de la ley de coulomb, se tiene que:

$$F = K_c \left(\frac{q_1 q_2}{r^2} \right)$$

- b. Reemplazando con los valores conocidos:

$$F = K_c \left(\frac{q_1 q_2}{r^2} \right) \rightarrow F = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2 \left(\frac{3 \text{ C} \times 4 \text{ C}}{(0,2\text{m})^2} \right) \rightarrow$$

$$F = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2 \left(\frac{12 \text{ C}^2}{0,04\text{m}^2} \right) \rightarrow F = 2.700 \times 10^9 \text{ N}$$

- c. Expresando el resultado en Notación Científica:

$$F = 2,7 \times 10^{12} \text{ N}$$

Nota: Las dos cargas se separan con el efecto de la fuerza, porque ambas cargas q_1 y q_2 tienen el mismo signo.

2. La fuerza entre dos cargas $q_1 = 5 \text{ C}$ y q_2 , están separadas por una distancia de 0,7m con una constante $K_c = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$, al ser la fuerza igual a 0,8N. ¿Cuál será el valor de la carga q_2 ?

Procedimiento

- a. Utilizando la fórmula de la ley de coulomb, se tiene que:

$$F = K_c \left(\frac{q_1 q_2}{r^2} \right)$$

b. Se despeja de esta ecuación el valor desconocido que es la carga **q_2** :

$$F = K_c \left(\frac{q_1 q_2}{r^2} \right) \rightarrow q_2 = \frac{F \times r^2}{K_c \times q_1} \rightarrow$$

c. Reemplazando los valores conocidos, se tiene que:

$$q_2 = \frac{F \times r^2}{K_c \times q_1} \rightarrow q_2 = \frac{0,8 \text{ N} \times (0,7\text{m})^2}{9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2 \times 5 \text{ C}} \rightarrow$$

$$q_2 = \frac{0,8 \text{ N} \times 0,49 \text{ m}^2}{9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2 \times 5 \text{ C}} \rightarrow q_2 = 8,71 \times 10^{-12} \text{ C}$$

3. Hallar el valor de la fuerza con la que se atraen dos cargas de **$3\mu\text{C}$** si se encuentran a una distancia de 1 cm en el vacío.

Procedimiento

Paso 1: Identificar los datos y variables del problema. En este caso, conocemos el valor de las cargas **q_1** y **q_2** y la distancia **r** de separación entre ellas:

Paso 2: Aplicar la fórmula, teniendo en cuenta las unidades. En este caso debemos pasar esos 0.5cm a metros, para que exista una consistencia de unidades.

$$1\text{cm} * \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 0.01\text{m}$$

$$F = K_c \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = 9 * 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{(3\mu C)(3\mu C)}{(0.01m)^2}$$

$$F = 810N$$

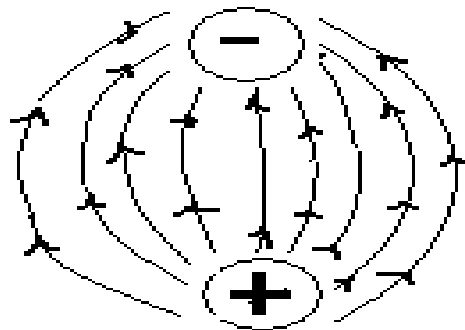
3.4 TEMA 4 FUERZA ELÉCTRICA

En física, **un campo de fuerza** es una forma de representar **los efectos** que **las cargas eléctricas** tienen **unas sobre otras**. En lugar de decir sobre la fuerza que una **carga positiva (+)** ejerce sobre **un electrón**, se puede decir que la carga crea un **"campo"** de fuerza en **el espacio vacío** a su alrededor.

Un **electrón** puesto en cualquier lugar dentro de ese campo **es atraído** hacia la **carga +**; una **carga positiva** colocada en el mismo lugar **es repelida**.

Algunas **fuerzas exteriores** que hacen **inestable** la **fuerza eléctrica** son:

- La **Temperatura**, produce **nuevos electrones libres**, se descontrola y transforma el material.
- El **frío**, produce **distorsiones** en los **materiales aislantes** haciendo **fugas de corriente**.
- Las **fuerzas de tracción**.
- **Masas y movimiento**.
- **Fuerzas Químicas**.
- **Sulfatos y ácidos** que dañan los metales.



Fuerza de cargas opuestas

Toda **propiedad física** que tienen los cuerpos de ser **atraídos** o **rechazados** por otros cuerpos debido a **la conducción** que pueda facilitar **un medio conductor o no** para servir de camino a **la corriente eléctrica** al pasar del **cuerpo inicial** que posee **mayor o menor carga eléctrica**, al **otro cuerpo**, también en condiciones de **diferencia o igualdad de cargas**.

Las cargas se representan con **signos** para reconocerlas cuando se comparan con **campos eléctricos** o **magnéticos** que tienen **iguales** o **diferentes** propiedades de **cargas eléctricas**, en estado **electrostático**, **magnético** y **eléctrico**.

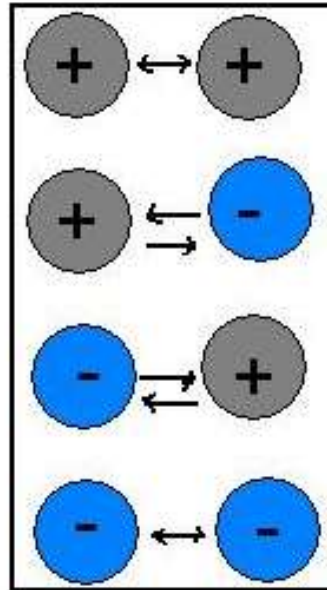


Fig.N: Fuerza eléctrica
Autor: Alvaro de J.Laverde Q.17052011

En el manejo y comprensión de **la fuerza eléctrica** se debe tener en cuenta **el comportamiento** que se genera **entre las fuerzas** de **las cargas eléctricas** cuando se usan en diferentes propósitos experimentales como punto de partida para su análisis en **los componentes conductores, no conductores** y **semiconductores** de la corriente eléctrica y en **los materiales** afines más utilizados para su transporte en **las redes** de las **fuentes de generación eléctrica**.

Por ejemplo: Serían unas preguntas que se responderían antes de realizar cualquier procedimiento:

1. ¿Cuáles son **las características** que se observan en **un átomo cargado**?

Respondiendo a la pregunta:

a. El núcleo de todo átomo es positivo.

b. Los electrones que rodean el átomo tienen carga negativa.

- c. Los electrones que rodean al núcleo tienen la misma cantidad de carga negativa y masa, comparado con otro electrón.
- d. El núcleo está formado de neutrones y protones.
- e. La carga neutra que posee un protón es igual a cero.
- f. El átomo tiene cargas eléctricas que se repelen y se atraen

2. ¿Cuál es el fenómeno a través del cual se producen los efectos eléctricos y qué diferencia hay entre la carga de un protón y un electrón?

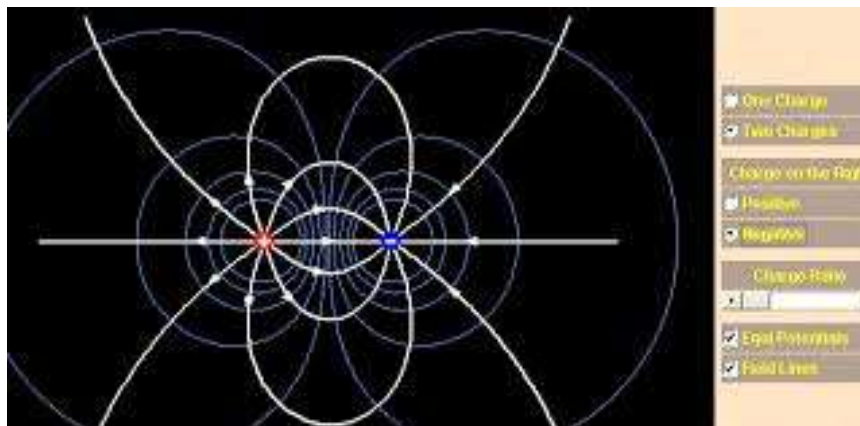
Respondiendo a la pregunta:

El fenómeno físico de: repulsión entre cargas iguales y de atracción entre cargas diferentes, y

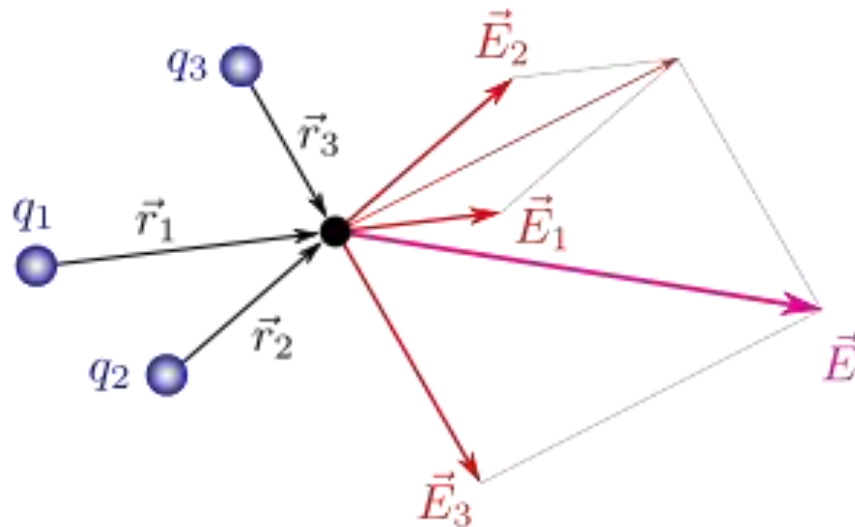
La diferencia entre la carga del protón y el electrón es que: Las cargas son de igual magnitud y de signos opuestos.

3.5 TEMA 5 CAMPO ELÉCTRICO

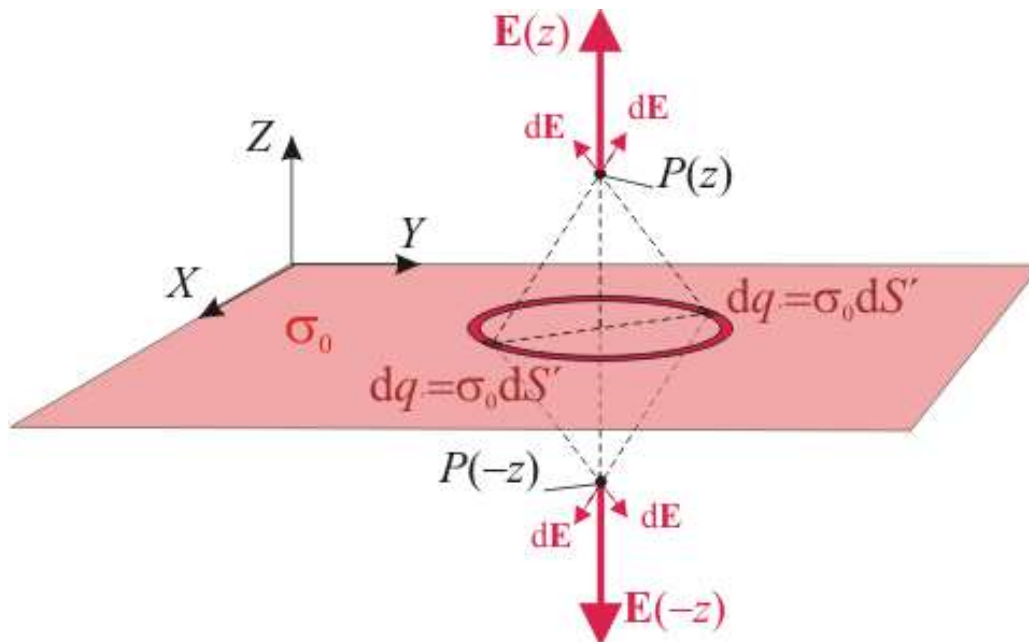
Imágenes de Campos Eléctricos



http://colos.inf.um.es/carmfisica/FisicaCurricu/SU_CampoElectrico.html



http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_el%C3%A9ctrico



http://laplace.us.es/wiki/index.php/Campo_el%C3%A9ctrico_de_un_plano_cargado_GIA

Las cargas eléctricas **no escogen** de ningún **medio material** para ejercer su **fuerza** sobre otras que se **le acerquen** hasta determinada distancia para **poder influenciar** el **campo eléctrico**.

Según la **Ley de Coulomb** en el siguiente link:

<http://www.sociedadelainformacion.com/departfqtobarra/electrico/coulomb/coulomb.htm>.

La **fuerza eléctrica** (F) que se ejerce sobre la **carga** (q) es la **intensidad** del **campo eléctrico** (E), este producto es una magnitud vectorial dado que tiene un sentido y una dirección definida, está determinado por:

$$F = E \times q$$

Nota: En un punto Q está dado por $Q = 1,6 \times 10^{-6} C$

Así, la **influencia gravitatoria** sobre el espacio que rodea la Tierra **se hace visible** cuando en cualquiera de sus puntos se sitúa, a modo de **detector**, un **cuerpo de prueba** y se mide **su peso**, es decir, la **fuerza** con que es **atraído** por la tierra.

Dicha **influencia gravitatoria** se conoce como **campo gravitatorio terrestre**. De un modo análogo la física introduce la noción de **campo magnético** y también la de **campo eléctrico o electrostático**.

El **campo eléctrico** asociado a una **carga aislada** o a un **conjunto de cargas** en aquella **región del espacio** en donde se dejan **sentir sus efectos**.

Así, si en un punto cualquiera del espacio en donde está definido un **campo eléctrico**, se coloca una carga de prueba o carga testigo, se observará la aparición de **fuerzas eléctricas**, es decir, de **atracciones** o de **repulsiones** sobre ella.

La **fuerza eléctrica**, que en un punto cualquiera del campo se ejerce sobre la **carga unidad positiva**, tomada como **elemento de comparación**, recibe el nombre de **Intensidad del campo eléctrico** y se representa por la letra **E**.

Nota: Por tratarse de una fuerza la intensidad del campo eléctrico es una magnitud vectorial que viene definida por su módulo E y por su dirección y sentido. En lo que sigue se considerarán por separado ambos

La expresión del módulo de la **intensidad de campo** **E** puede obtenerse fácilmente para el caso sencillo del **campo eléctrico** creado por una **carga puntual** **Q** combinando la **Ley de Coulomb** con la **definición** de **E**.

Esto es: La fuerza que Q ejercería sobre una carga unidad positiva 1^+ en un punto genérico P distante r de la carga central Q está dada, de acuerdo con la ley de Coulomb, por:

$$F_e = K_c \left(\frac{Q}{r^2} \right)$$

Esta es precisamente la **definición** de E y, por tanto, ésta será también su **expresión matemática**.

$$E = K_c \left(\frac{Q}{r^2} \right)$$

Puesto que se trata de una **fuerza electrostática** estará aplicada en P , dirigida a lo largo de la recta que une la **carga central** Q y el punto genérico P , en donde se sitúa la **carga unidad**, y su sentido será **atractivo** o **repulsivo** según Q sea **negativa** o **positiva** respectivamente.

Nota: Si la carga testigo es diferente de 1 (de la unidad), es posible, no obstante, determinar el valor de la fuerza por unidad de carga por medio de la siguiente expresión:

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

F: Es la fuerza calculada mediante la Ley de Coulomb entre la carga central Q y la carga de prueba o testigo q empleada como **elemento detector** del campo, es decir:

$$E = K_c * \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

$$I = K_c * \frac{Q}{r^2}$$

A partir del valor de E se obtiene la fuerza F , así:

$$F = q \cdot E$$

Nota: Esta expresión indica que: la fuerza entre Q y q es igual a q veces el valor de la intensidad de campo E ($q \cdot E$ veces) en el punto P .

Esta forma de describir las fuerzas del campo y su variación con la posición hace **más sencillos** los cálculos, particularmente cuando se ha de trabajar con campos debidos a muchas cargas.

La unidad de intensidad de campo E es el cociente entre la **unidad de fuerza** y la **unidad de carga**, esto es:

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

En el Sistema Internacional (SI) equivale, por tanto, a:

$$E = \frac{\text{Newton}}{\text{Coulomb}} \left[\frac{N}{C} \right]$$

Nota: La intensidad de campo E , definida como:

Fuerza $\times$ Unidad de Carga, es una magnitud que admite una representación vectorial. Además está relacionada con la fuerza, de modo que conociendo el valor de E en un punto es posible determinar la fuerza que experimentaría una carga distinta de la unidad si se la situara en dicho punto, y viceversa

3.5.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE

Determinar la intensidad de campo eléctrico debido a una carga puntual

$Q = 1,6 \times 10^{-6}$ En un punto P situado a una distancia de $0,4$ m de la carga.

¿Cuál sería la fuerza eléctrica que se ejercería sobre otra carga

$q = 3 \times 10^{-8} C$ ¿Si se la situara en P ?

Procedimiento

Nota: Se tomará como medio el vacío con una constante:

$$K_c = 9 \times 10^9 N \, m^2 / C^2$$

- a. El módulo de la intensidad de campo E debido a una carga puntual Q está dada por la expresión:

$$E = K_c \cdot \frac{Q}{r^2}$$

Dicho valor depende de la carga central Q y de la distancia al punto P , pero en él no aparece para nada la carga que se sitúa en P por lo tanto:

$$E = K_c * \frac{Q}{r^2} \rightarrow E = 9 \times 10^9 N \, m^2 / C^2 * \frac{1,6 \times 10^{-6} C}{(0,4m)^2} \rightarrow$$

$$E = 9 \times 10^9 N \, m^2 / C^2 * \frac{1,6 \times 10^{-6} C}{0,16 m^2} \rightarrow E = 9 \cdot 10^4 N / C$$

- b. Por tratarse de una fuerza debida a una carga positiva también sobre la unidad de carga positiva será repulsiva y el vector correspondiente estará aplicado en P y dirigido sobre la recta que une Q con P en el sentido que se aleja de la carga central Q .

- c. Conociendo la fuerza por unidad de carga, el cálculo de la fuerza sobre una carga diferente de la unidad se reduce a multiplicar E por el valor de la carga q que se sitúa en P , esto es:

$$F = q \cdot E \rightarrow F = 3 \times 10^{-8} C * 9 \times 10^4 N / C \rightarrow F = 2,7 \cdot 10^{-3} N$$

Nota: Es posible conseguir la representación gráfica de un campo de fuerzas empleando las llamadas líneas de fuerza, que son líneas imaginarias que describen, si los hubiere, los cambios en dirección de las fuerzas al pasar de un punto a otro.

En el caso del **campo eléctrico**, **las líneas de fuerza** indican **las trayectorias** que seguirían **las partículas positivas** si se le abandonase libremente a la influencia de **las fuerzas del campo**.

Nota: El campo eléctrico será un vector tangente a la línea de fuerza en cualquier punto considerado.

Una **carga puntual positiva** dará lugar a un mapa de **líneas de fuerza radiales**, pues **las fuerzas eléctricas** actúan siempre en la dirección de la línea que une a **las cargas interactuantes**, dirigidas **hacia fuera** porque las cargas móviles positivas se desplazarían en ese **sentido** (**fuerzas repulsivas**).

En el caso del campo debido a una **carga puntual negativa** el mapa de **líneas de fuerza** sería **análogo**, pero dirigidas **hacia la carga central**.

Como consecuencia de lo anterior, en el caso de los campos debidos a **varias cargas las líneas de fuerza**, nacen siempre de las **cargas positivas** y mueren en las **cargas negativas**.

3.5.2 EJERCICIO DE APRENDIZAJE

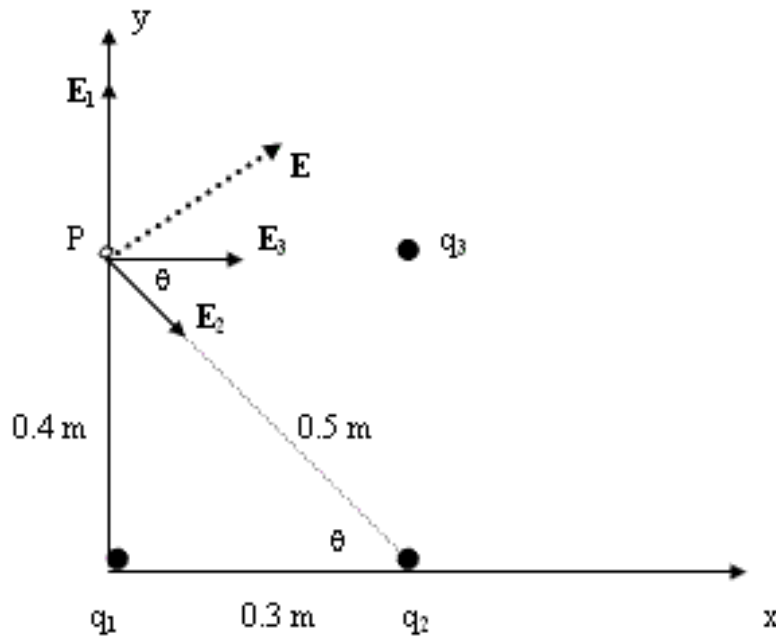
Encuentre el campo eléctrico en **el punto P** de la figura, ubicado sobre el eje **y** a **0.4 m** sobre **el origen**, producido por las tres cargas puntuales que se muestran:

-  La carga **$q_1 = 7\mu C$** se ubica en **el origen** del sistema de coordenadas,
-  La carga **$q_2 = -5C$** se ubica en el **eje x** a **0.3 m** del origen, y
-  La carga **$q_3 = -3\mu C$** a la derecha del punto P y a **0.4 m** sobre **q_2** .

Determine además la fuerza eléctrica ejercida sobre una carga de **$3 \times 10^{-8} C$** cuando se ubica en el punto P.

Procedimiento

- a. Gráficamente quedaría de la siguiente forma:



- b. Primero se calcula, por separado, la **magnitud del campo eléctrico** en P debido a la presencia de **cada carga**. Se determina que:

- **E_1** Al campo eléctrico producido por **q_1** ,
- **E_2** Al campo eléctrico producido por **q_2** , y
- **E_3** Al campo eléctrico producido por **q_3** .

Nota: Estos campos se representan en la gráfica mostrada.

Sus magnitudes están determinadas por la expresión:

$$E = K_c \cdot \frac{Q}{r^2}$$

Aplicando para cada carga, se tiene:

$$E_1 = K_c \cdot \frac{q_1}{r^2} \rightarrow E_1 = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2 * \frac{7,0 \times 10^{-6} C}{(0,4m)^2} \rightarrow E_1 = 3,9 \times 10^5 N / C$$

Recuerde que:

$$7\mu C = \frac{10^{-6}C}{1\mu C} = 7 \times 10^{-6}C$$

$$E_2 = K_c \cdot \frac{q_2}{r^2} \rightarrow E_2 = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2 * \frac{5,0 \times 10^{-6}C}{(0,5m)^2} \rightarrow E_2 = 1,8 \times 10^5 N/C$$

$$E_3 = K_c \cdot \frac{q_3}{r^2} \rightarrow E_3 = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2 * \frac{3,0 \times 10^{-6}C}{(0,3m)^2} \rightarrow E_3 = 3,0 \times 10^5 N/C$$

Recuerde que:

$$3\mu C = \frac{10^{-6}C}{1\mu C} = 3 \times 10^{-6}C$$

c. De acuerdo a la gráfica planteada y a las componentes de cada uno de los vectores, se tiene que:

El vector E_1

- No tiene componente en *el eje x*,
- Sólo componente en *el eje y* (hacia arriba).

El vector E_2

- Tiene una componente en *el eje x* dada por:

$$E_2 * \cos \theta = 3/5 * E_2 = 3/5 * 1,8 \times 10^5 N/C = 1,08 * 10^5 N/C$$

- Una componente en *el eje y* negativa dada por:

$$-E_2 * \sin \theta = -4/5 * E_2 = -4/5 * 1,8 \times 10^5 N/C = -1,45 * 10^5 N/C$$

El vector E_3 :

- No tiene componente en *el eje y*,
 - Sólo componente en *el eje x* (hacia la derecha).
- d. El vector resultante E , es la suma vectorial de estos tres vectores, esto es:

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

Nota: Es conveniente expresar estos vectores como vectores unitarios i, j , así:

Vector	Componente en el eje x (Vector unitario i)	Componente en el eje y (Vector unitario j)
E_1	No tiene	$3,9 \times 10^5 \text{ N/C } j$
E_2	$1,08 * 10^5 \text{ N/C } i$	$-1,45 * 10^5 \text{ N/C } j$
E_3	$3,0 \times 10^5 \text{ N/C } i$	No tiene
$E_1 + E_2 + E_3$	$4,08 \times 10^5 \text{ N/C } i$	$2,45 * 10^5 \text{ N/C } j$

El campo eléctrico E resultante en P está dado por:

$$E = (4,08 \times 10^5 i + 2,45 * 10^5 j) \text{ N/C}$$

e. La fuerza eléctrica sobre una carga de $3 \times 10^{-8} \text{ C}$ cuando ésta se coloca en el punto P se obtiene utilizando la expresión:

$$F = E \cdot q \rightarrow F = (4,08 \times 10^5 i + 2,45 * 10^5 j) \text{ N/C} \times 3 \times 10^{-8} \text{ C} \rightarrow$$

$$\mathbf{F} = (12,24 \times 10^{-3} \mathbf{i} + 7,35 \times 10^{-3} \mathbf{j}) \text{ N}$$

Nota: Esta fuerza ($\mathbf{F}$) tiene por supuesto la misma dirección que el campo eléctrico ($\mathbf{E}$).

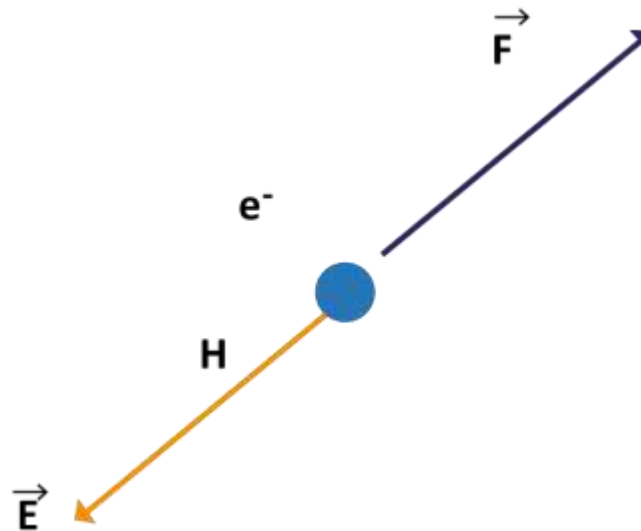
(Tomado de: <http://www.jfinternational.com/mf/ejercicio-campo-electrico.html>, en la fecha 18-07-2011)

2. Hallar el campo eléctrico en el punto H donde se encuentra un electrón con una fuerza de $F = 9,3 \times 10^{-13} \text{ N}$.

La carga del electrón es; $q = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Procedimiento

a. Gráficamente:



b. Por definición general de campo eléctrico se tiene que:

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q} \rightarrow \mathbf{E} = \frac{9,3 \times 10^{-13} \text{ N}}{-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}} \rightarrow \mathbf{E} = -5,8 \times 10^6 \text{ N/C}$$

3.6 TEMA 6 ENERGÍA ELÉCTRICA Y POTENCIAL ELÉCTRICO

Energía eléctrica

Resulta de la **diferencia de potencial** o **tensión** entre dos puntos, logrando establecer una corriente eléctrica a través de un sistema conductor.

Se manifiesta como corriente eléctrica, como el movimiento de cargas eléctricas negativas o electrones, a través de un **cable conductor metálico** por la **diferencia de potencial** producida por un medio generador eléctrico.

Medios generadores de energía eléctrica

Actualmente la energía eléctrica se puede obtener de varias maneras:



la electricidad versión completa: [Enlace](#)

GENERADORES	DEFINICIONES
Centrales termoeléctricas	Es una instalación empleada para la generación de energía eléctrica a partir de la energía liberada en forma de calor , mediante la combustión de petróleo, gas natural o carbón.

Centrales hidroeléctricas	Es la que utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica . El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una o varias turbinas hidráulicas las que transmiten la energía a un alternador en la cual la convierte en energía eléctrica .
Centrales geo-termo-eléctricas	Aprovechamiento del calor del interior de la Tierra . Geotérmico viene del griego gea , " Tierra ", y termos , " calor "; " calor de la Tierra ".
Centrales nucleares	Se caracteriza por el empleo de materiales fisionables que mediante reacciones nucleares genera calor, el cual con un ciclo termodinámico mueve un alternador y produce energía eléctrica .
Otras centrales	Centrales de turbo-gas usando el gas como combustible para producir electricidad .
Centrales eólicas	Es la energía generada por grandes corrientes de viento , adecuando gigantescas aspas con generadores en puntos estratégicos donde el viento sopla con fuerza. http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/electricidad/central-eolica.html?x=20070822klpingtcn_103.Kes&ap=6
Centrales solares	Instalación en la que se usa la radiación solar en la producción de energía eléctrica .

Potencial eléctrico:

Dos cargas en **la misma posición** tienen **dos veces más energía potencial** que una sola; tres cargas tendrán **el triple de energía potencial**; un grupo de diez cargas tendrán **diez veces más energía potencial**, y así sucesivamente.

En vez de ocuparnos de la **energía potencial total** de un **grupo de cargas**, es conveniente, cuando se trabaja **con electricidad**, considerar **la energía potencial eléctrica por unidad de carga**, esto es:

“
La energía potencial eléctrica por unidad de carga es el cociente de la energía potencial eléctrica total entre la cantidad de carga.
”

En cualquier punto, la energía potencial por unidad de carga **es la misma, cualquiera que sea la cantidad de carga**. Por ejemplo, un objeto con **diez unidades de carga** que se encuentra en un punto específico tiene **diez veces más energía** que un objeto con **una sola unidad de carga**, pero como también **tiene diez veces más carga**, la **energía potencial por unidad de carga** es **la misma**.

El concepto de **energía potencial por unidad de carga** recibe un nombre especial: **POTENCIAL ELÉCTRICO**.

■ Unidades de Potencial Eléctrico

La unidad del Sistema Internacional (S.I) que mide el **Potencial Eléctrico** es **el voltio**, llamado así en honor del físico italiano Alessandro Volta (1745-1827).

El símbolo del **voltio** es **V**. Puesto que la **energía potencial** se mide en **joule** y la **carga** en **coulomb**, entonces:

$$1 \text{ Voltio} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ Coulomb}} \left[\frac{J}{C} \right]$$

3.6.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE

Hallar el **potencial eléctrico** originado por una carga puntual

$q_1 = 17 \times 10^{-11} C$ en un punto distante 4 cm (0,04m).

Procedimiento

- a) Partiendo de la expresión $V_A = K_c \frac{q}{r}$
- b) Reemplazando los valores conocidos:

$$V_A = K_c \frac{q}{r} \rightarrow V_A = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 * \frac{17 \times 10^{-11} \text{ C}}{0,04 \text{ m}} \rightarrow$$

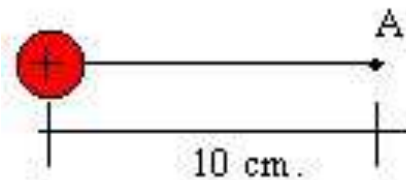
$$V_A = 3825 \times 10^{-2} \text{ V}$$

Nota: El manejo de unidades para llegar a Voltios, fue el siguiente:

$$\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \times \frac{\text{C}}{\text{m}} \rightarrow \text{N} \frac{\text{m}}{\text{C}} \rightarrow \frac{\text{N} \times \text{m}}{\text{C}} \rightarrow \frac{1 \text{ Kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \text{m}}{\text{C}} \rightarrow \frac{1 \text{ Kg} \times \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{C}} \rightarrow \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ Coulomb}} \rightarrow 1 \text{ Voltio}$$

3.6.2 EJERCICIO DE APRENDIZAJE 2

Determinar el valor del potencial eléctrico creado por una carga puntual $q_1 = 12 \times 10^{-9} \text{ C}$ en un punto ubicado a 10 cm. del mismo como indica la figura.



Resolución: Para dar respuesta a lo solicitado debemos aplicar el cálculo del potencial en un punto

debido a una carga puntual cuya expresión es $V_A = \frac{k \cdot Q}{r}$ y por lo tanto el valor sería

$$V_A = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot 12 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{0.1 \text{ m}} = +1.080 \text{ V}$$

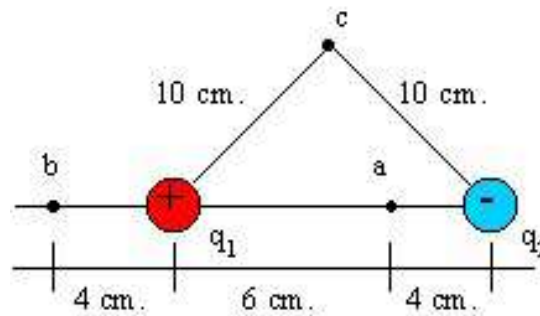
El potencial es una magnitud escalar, por lo tanto, tan sólo debe ser indicado su signo y su valor numérico.

Respuesta: El potencial en A vale + 1.080 V

Tomado de: Ejercicios Propuestos | POTENCIAL ELECTRICO
<https://potencialelectrico.wordpress.com/ejercicios-propuestos>

3.6.3 EJERCICIO DE APRENDIZAJE 3

Dos cargas puntuales $q_1 = 12 \times 10^{-9} \text{ C}$ y $q_2 = -12 \times 10^{-9} \text{ C}$ están separadas **10 cm.** como muestra la figura. Calcular la diferencia de potencial entre los puntos **ab, bc y ac.**



Resolución:

Para poder hallar la diferencia de potencial entre puntos, debemos primero hallar el potencial en cada punto debido al sistema de cargas planteado

Potencial en punto a: El potencial en **a** es debido a la acción de dos cargas puntuales q_1 y q_2 por lo tanto deberemos calcular cada uno de dichos potenciales y establecer la diferencia. como el potencial en un punto debido a una carga puntual se calcula como ya vimos en el ejercicio anterior como entonces deberemos repetir este cálculo para cada una de las cargas.

En consecuencia por lo que como se observa el resultado corresponde a la diferencia entre el potencial positivo creado por la carga q_1 y el potencial negativo creado por la carga q_2 . (Potencial de $q_1 = + 1.800 \text{ V}$ y potencial de $q_2 = - 2.700 \text{ V}$ de allí surgen la diferencia que es a favor del potencial positivo en -900 V).

Potencial en punto b: Repetimos lo establecido para el punto a simplemente que ahora debemos calcular las distancias para el punto b por lo que la expresión nos queda como se observa el resultado corresponde a la diferencia entre el potencial positivo creado por la carga q_1 y el potencial negativo creado por

la carga q_2 . (Potencial de $q_1 = + 2.700 \text{ V}$ y potencial de $q_2 = - 771 \text{ V}$ de allí surgen la diferencia que es a favor del potencial positivo en 1.929 V).

Potencial en punto c: En el punto c no es necesario realizar el cálculo numérico dado que como las distancias entre c y las cargas son iguales y las cargas son iguales y de signos contrarios, los potenciales que provocan son de igual valor y signo opuesto, por lo que el potencial en c vale 0 ($V_c=0$).

- Cálculo de los potenciales solicitados

$$V_{ab} = V_b - V_a = 1.929 \text{ V} - (-900 \text{ V}) = + 2.829 \text{ V}$$

$$V_{bc} = V_c - V_b = 0 \text{ V} - 1.929 \text{ V} = - 1.929 \text{ V}$$

$$V_{ac} = V_c - V_a = 0 \text{ V} - (-900 \text{ V}) = + 900 \text{ V}$$

Solución:

$$V_{ab} = + 2.829 \text{ V} \quad V_{bc} = - 1.929 \text{ V} \quad V_{ac} = + 900 \text{ V}$$

Tomado de: Ejercicios Propuestos | POTENCIAL ELECTRICO
<https://potencialelectrico.wordpress.com/ejercicios-propuestos>

3.7 TEMA 7 CAPACITANCIA Y DIELECTRICA

Capacitancia

La capacidad o capacitancia: Características especiales de los condensadores que maneja la relación entre la diferencia de tensión eléctrica en las placas del capacitor y la carga eléctrica almacenada; la relación está dada mediante la expresión:

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

Dónde:

C: Es la capacidad en faradios (según el físico Michael Faraday) esta unidad es relativamente grande y suelen utilizarse submúltiplos como el milifaradio, microfaradio o picofaradio.

Q : Carga eléctrica almacenada, en Coulomb (C).

V : Diferencia de potencial en voltios (V).

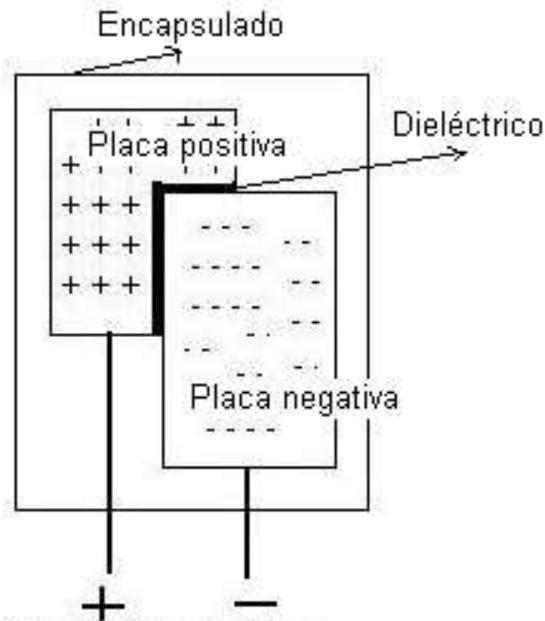


Fig. O: capacitor electrico.

Autor: Alavro de J. Laverde Q. 17052011

La capacitancia se puede **disminuir** a conveniencia, por medio de arreglos **en serie**, donde la capacitancia total (**C_T**) es **directamente proporcional** a la sumatoria inversa de los inversos de las capacitancias individuales que forman el número de capacitores, esto se muestra mediante la siguiente expresión:

$$C_T = \frac{1}{\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}\right)}$$

La capacitancia **en paralelo** corresponde a **la suma de las capacitancias** que forman el arreglo de componentes capacitivos para lograr **valores altos de capacitancia** según la siguiente expresión:

$$C_t = C_1 + C_2 + \dots + C_n \rightarrow C_t = \sum_{i=1}^n C_i$$

También existe la **capacitancia** en **forma mixta**, la cual consiste en **combinaciones de arreglos** con **capacitancia** en **serie** y **paralelo** formando **parte de circuitos**, con combinaciones especiales para propósitos de distribución de capacitancias, la **solución** se obtiene **aplicando a cada caso la expresión matemática que lo resuelve** y al final se halla **un circuito de capacitancias equivalente**.

Constante de tiempo

El capacitor se carga por medio de **una fuente** y **una resistencia** conectada **en serie**, hasta que su valor de carga sea **igual** al de la fuente.

La **constante de tiempo** está dada por el producto **RC** , siendo una medida que determina que **tan rápido** se **carga el capacitor**, se llama, también, **tiempo de relajación del circuito** y se representa con **T** , dada entonces por:

$$* T = RC$$

$$* T = RC \text{ (Constante de tiempo para un circuito RC)}$$

“

Nota

- * Cuando T es pequeña, el capacitor se carga rápidamente,
- * Cuando es más grande, la carga lleva más tiempo.
- * Si la resistencia es pequeña, es más fácil que fluya corriente y el capacitor se carga en menor tiempo y viceversa.

”

Descarga de un capacitor

Teniendo en cuenta el **sistema de carga**, el capacitor se descarga a través de **una resistencia** y **un interruptor**.

- Cuando **el interruptor está abierto**, existe una diferencia de potencial $\frac{q}{C}$ a **través del capacitor**, y
- Una **diferencia de potencial** igual a **cero** a través de la **resistencia** ya que **$I = 0$** .
- Si el interruptor se cierra al tiempo **$t = 0$** , el capacitor comienza a **descargarse** a través de la **resistencia**.
- En algún tiempo, durante la descarga, **la corriente** en el circuito es **I** y **la carga** del capacitor es **q** .

De la segunda **Ley de Kirchhoff**, la **caída de potencial** a través de la resistencia, **IR** , debe ser **igual** a la diferencia de potencial a través del capacitor $\frac{q}{C}$:

$$IR = \frac{q}{C}$$

Dieléctrica

Aislantes o dieléctricos: Se denomina **dieléctrico** al material **mal conductor de electricidad**, por lo tanto se puede utilizar como **aislante eléctrico**, además, si **es sometido a un campo eléctrico externo**, puede establecerse en él un **campo eléctrico interno**, a diferencia de los **materiales aislantes** con los que suelen confundirse.

Nota: Todos los materiales dieléctricos son aislantes, pero no todos los materiales aislantes son dieléctricos

Algunos ejemplos de este tipo de materiales son:

- El vidrio,
- La cerámica,
- La goma,
- La mica,
- La cera,
- El papel,
- La madera seca,
- La porcelana,
- Algunas grasas para uso industrial y electrónico, y
- La baquelita.

En cuanto a **los gases** que se utilizan como **dieléctricos**, se tienen:

- El aire,
- El nitrógeno, y
- El hexafluoruro de azufre.

Nota: El término “dieléctrico” (del griego *día*, que significa ‘a través de’) fue concebido por William Whewell en respuesta a una petición de Michael Faraday.

■ Aplicaciones

Los dieléctricos **más utilizados** son:

- El aire,
- El papel, y
- La goma.

Nota 1: La introducción de un dieléctrico en un **condensador aislado** de una batería, tiene las siguientes consecuencias:

Disminuye el campo eléctrico entre las placas del condensador.

Disminuye la diferencia de potencial entre las placas del condensador, en una relación V_i/K .

Aumenta la diferencia de potencial máxima que el condensador es capaz de resistir sin que salte una chispa entre las placas (ruptura dieléctrica).

Aumento por tanto de la capacidad eléctrica del condensador en K veces.

La carga no se ve afectada, ya que permanece la misma que ha sido cargada cuando el condensador estuvo sometido a un voltaje.

Nota 2: Normalmente un dieléctrico se vuelve conductor cuando se sobrepasa el campo de ruptura del dieléctrico. Esta tensión máxima se denomina rigidez dieléctrica. Es decir, si se aumenta mucho el campo eléctrico que pasa por el dieléctrico dicho material se convertirá en un conductor.

Nota: se tiene que la capacitancia con un dieléctrico llenando todo el interior del condensador (plano-paralelo) está dada por la expresión:

$$C = \frac{k * \epsilon_o * A}{d}$$

Dónde:

ϵ_o : Permitividad eléctrica del vacío

Tomado de: Dieléctrico - Wikipedia, la enciclopedia libre
es.wikipedia.org/wiki/Dieléctrico

Constante Dieléctrica

La **constante dieléctrica** o **permitividad relativa** ϵ_r de un medio continuo es una propiedad macroscópica de un medio dieléctrico relacionado con la permitividad eléctrica del medio. En comparación con la **velocidad de la luz**, la **rapidez** de las ondas electromagnéticas en un dieléctrico está dada por la expresión:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

Dónde:

C : Velocidad de la luz en el vacío.

V : Velocidad de la onda electromagnética con permitividad ϵ_r .

La **constante dieléctrica** es una medida de la **permitividad estática relativa** de un material, que se define como la **permitividad absoluta dividida por la constante dieléctrica**.

El nombre proviene de los **materiales dieléctricos**, que son **materiales aislantes, no conductores** por debajo de una cierta **tensión eléctrica** llamada **tensión de ruptura**. El efecto de la **constante dieléctrica** se manifiesta en la **capacidad total** de un **condensador eléctrico**. Cuando entre los **conductores cargados** o **placas** que lo forman se **inserta un material dieléctrico** diferente del aire (cuya **permitividad** es prácticamente la **del vacío**), la **capacidad de almacenamiento** de la carga del condensador **aumenta**.

De hecho, la relación entre la **capacidad inicial C_i** y la **capacidad final C_f** vienen dada por la constante dieléctrica, determinada por la siguiente expresión:

$$\epsilon_r = \frac{C_f}{C_i} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

Dónde: **ϵ : Permitividad eléctrica del dieléctrico que se inserta.**

Nota 1: Además el valor de la constante dieléctrica **ϵ** de un material define el grado de **polarización eléctrica** de la **sustancia** cuando ésta se somete a un **campo eléctrico exterior**. El valor de **K** es afectado por muchos factores, tales como:

- El peso molecular,
- La forma de la molécula,
- La dirección de sus enlaces (geometría de la molécula), o
- El tipo de interacciones que presente.

Nota 2: Cuando un **material dieléctrico** reemplaza el **vacío** entre los **conductores**, puede presentarse la **polarización** en el dieléctrico, permitiendo que se **almacenen cargas adicionales**.

Nota 3: La **magnitud de la carga** que se puede almacenar entre los **conductores** se conoce como **capacidad eléctrica**, ésta depende de:

- La constante dieléctrica del material existente entre los conductores,
- El tamaño, así como de
- La forma y la separación de los mismos.

Nota 4: Para un condensador, se tiene que:

$$C = \frac{K * \epsilon_o * A}{d}$$

Dónde:

$\epsilon_o = 8,88 \text{ pF/m}$ Corresponde a la permeabilidad en el vacío.

K = constante dieléctrica del medio.

A = Área de las placas planas en paralelo.

d = Distancia de separación entre las placas.

Medición de la constante dieléctrica de los materiales

La constante dieléctrica puede ser medida de la siguiente manera:

Primero se mide la capacidad de **un condensador de prueba** en el vacío C_i (o en aire si se acepta **un pequeño error**), luego, usando **el mismo condensador** y **la misma distancia** entre sus placas, se mide la capacidad con el dieléctrico **insertado entre ellas** C_f .

La constante dieléctrica se puede calcular con la siguiente expresión:

$$\epsilon_r = \frac{C_f}{C_i}$$

Factores de disipación y pérdidas dieléctricas

Cuando se aplica una corriente alterna a un dieléctrico perfecto, la corriente adelantará al voltaje en 90° , sin embargo, debido a las pérdidas, la corriente adelanta el voltaje en solo $90^\circ - \sigma$, siendo σ el ángulo de pérdida dieléctrica.

Nota 1: Cuando la corriente y el voltaje están fuera de fase en el ángulo de pérdida dieléctrica (σ) se pierde energía o potencia eléctrica generalmente en forma de calor.

Nota 2:

- El factor de disipación (FD) está dado por la expresión:

$$FD = \tan \sigma$$

- El factor de pérdida (FP) dieléctrica está dado por la expresión:

$$FP = K \tan \sigma$$

Constante dieléctrica para diferentes materiales

MATERIAL DIELECTRICO	k
VACÍO	1,0
AIRE	1,00054
TEFLÓN	2,1
POLIETILENO (CH_2CH_2) _n	2,25
C_6H_6	2,28
PET (($C_{10}H_8O_4$) _n)	3,1
SiO_2	3,9
Papel	4 – 6
Al_2O_3	5,9
TiO_3	100,0
$BaTiO_3$	100,0
PMN	10000,0

Nota: A mayor valor de la constante dieléctrica relativa K' , mejor nivel de conductividad eléctrica.

Tomado de: Constante dieléctrica - Wikipedia, la enciclopedia libre
es.wikipedia.org/wiki/Constante_dieléctrica

3.7.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

1. Cuál es la capacitancia equivalente para 3 capacitores conectados en **serie**, si:

- $C_1 = 4\mu F$
- $C_2 = 4\mu F$
- $C_3 = 5\mu F$

Procedimiento

a. Como están conectados **en serie**, se utiliza la expresión:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Para el problema propuesto:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

b. Reemplazando los valores dados, se tiene que:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{4\mu F} + \frac{1}{4\mu F} + \frac{1}{5\mu F}$$

c. Solucionando la expresión:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{\mu F} + \frac{1}{4\mu F} + \frac{1}{5\mu F} \rightarrow \frac{1}{C_T} = \frac{5 + 5 + 4}{20\mu F} \rightarrow$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{14}{20\mu F} \rightarrow C_T = \frac{20\mu F}{14} \rightarrow C_T = 1,43\mu F$$

d. Solución: La capacitancia equivalente para los tres capacitores colocados en serie es: $C_T = 1,43\mu$

2. Determinar la Capacitancia total en **paralelo** para los capacitores del ejemplo anterior.

Procedimiento

a. Como están conectados en **paralelo**, se utiliza la expresión:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Para el problema propuesto:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

b. Reemplazando los valores dados y solucionando la expresión obtenida se tiene que:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 \rightarrow C_T = 4\mu F + 4\mu F + 5\mu F \rightarrow C_T = 13\mu F$$

c. Solución: La capacitancia equivalente para los tres capacitores colocados en paralelo es: $C_T = 13\mu F$

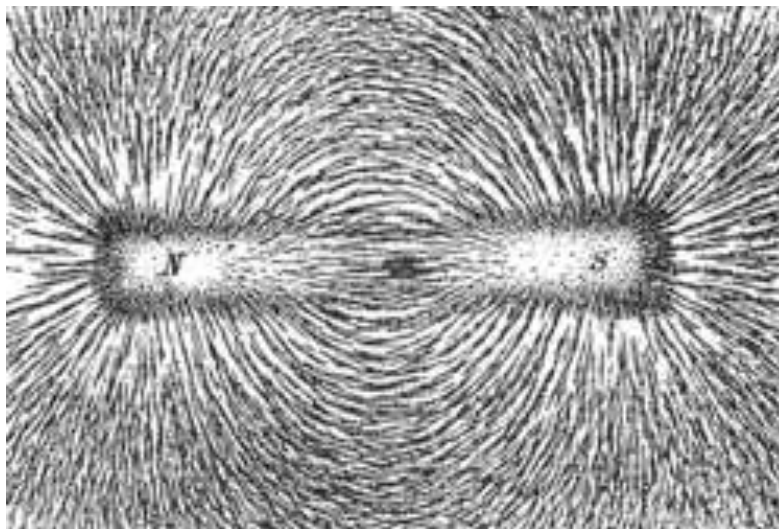
3.8 TEMA 8 MAGNETISMO

A continuación, se presenta el enlace para un video sobre magnetismo, el cual le permitirá tener una visión más clara sobre el tema:

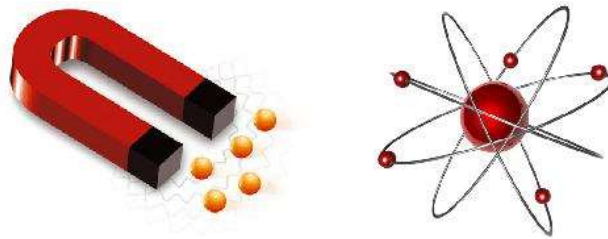


Electricidad desde el magnetismo: [Enlace](#)

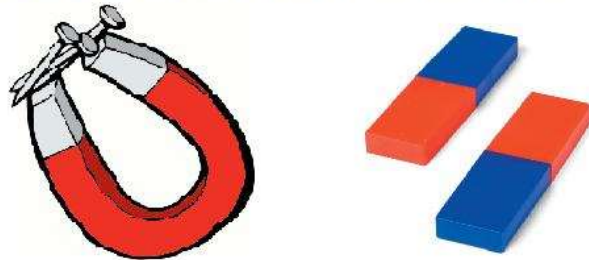
Imágenes sobre Magnetismo



<http://es.wikipedia.org/wiki/Magnetismo>



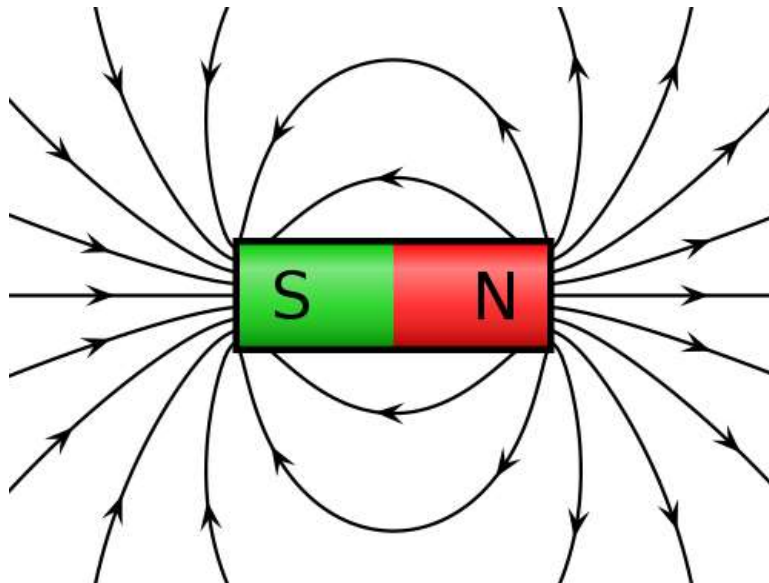
MAGNETISMO



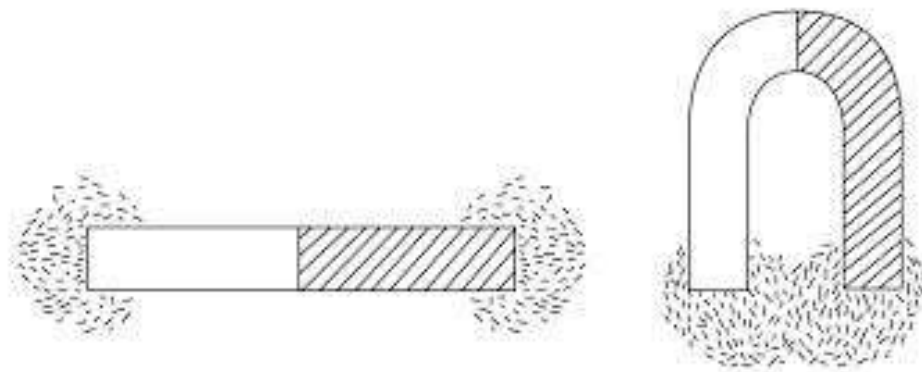
<http://fisicaoxdaquestao.blogspot.com/2012/09/o-que-e-eletromagnetismo.html>



<http://blog.endesaeduca.com/experimentos/experimento-magnetismo-brujula/>



<http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/02/magnetismo.html>



http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/magnetismo



<http://es.gizmodo.com/que-ocurrira-cuando-cambie-el-campo-magnetico-de-la-tie-1564293634>

Definición: El magnetismo o energía magnética es un fenómeno físico por el cual los objetos ejercen fuerzas de **atracción** o **repulsión** sobre otros materiales. Hay algunos materiales conocidos que han presentado propiedades magnéticas detectables fácilmente como el **níquel, hierro, cobalto** y sus **aleaciones** que comúnmente se llaman **imanes**. Sin embargo **todos los materiales** son influidos, de mayor o menor forma, por la presencia de un **campo magnético**.

El magnetismo se da principalmente en; cables de electromagnetización, líneas de fuerzas magnéticas de un imán de barra, producidas por limaduras de hierro sobre papel

Nota: El magnetismo también tiene otras manifestaciones en física, particularmente como uno de los 2 componentes de la **radiación electromagnética**, por ejemplo, la **luz**.

- La palabra **Magnetismo** viene de: Piedras "**Magnesia y Magneto**" (de magnesiano, magnetismo, magnetizar) del griego **magnees** (*tierra, metal y óxido*) procedentes de **magnesia** ciudad de **Tesalia**.
-
- "**Imán**", del griego, **adamas, adamantes** (diamante, acero) de "**a**" (privativa, prefijo de **contrariedad** o de **negación**) y **damaoo** (quemar). **Figo**: piedra dura que no se puede o no se debiera quemar, calentar, pues los griegos debieron conocer que **el calor destruye el magnetismo**.
- Del **latín** **manes, -tisis**, imán.

Nota: Estas piedras eran también conocidas desde antiguo como "piedras calamitas" llamadas vulgarmente en Europa "yman" o "magnate, hematites siderita y heraclion".

- Breve explicación del Magnetismo

Cada **electrón** es, por su naturaleza, un **pequeño imán** (véase **momento dipolar magnético electrónico**). Ordinariamente, innumerables electrones de un material están **orientados** aleatoriamente en **diferentes direcciones**, pero en **un imán** casi todos **los electrones** tienden a orientarse en **la misma dirección**, creando una **fuerza magnética** grande o pequeña dependiendo del **número de electrones** que estén **orientados**.

Además del **campo magnético intrínseco** del **electrón**, algunas veces hay que contar también con **el campo magnético** debido al **movimiento orbital del electrón** alrededor **del núcleo**. Este efecto es **análogo** al **campo** generado por una **corriente eléctrica** que circula por una **bobina** (ver **dipolo magnético**).

Nota 1: El movimiento de los electrones no da lugar a un campo magnético en el material, pero en ciertas condiciones los movimientos pueden alinearse y producir un campo magnético total medible.

Nota 2: El comportamiento magnético de un material depende de la estructura del material y, particularmente, de la configuración electrónica.

Tomado de: [Magnetismo - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Magnetismo)
es.wikipedia.org/wiki/Magnetismo

- Imanes y polos magnéticos

Imanes

Definición: Un **imán** es un cuerpo o dispositivo con un **magnetismo significativo**, de forma que **atrae** a otros imanes y/o metales, ferromagnéticos (por ejemplo, hierro, cobalto, níquel y aleaciones de estos). Puede ser **natural** o **artificial**.

Nota 1: Los imanes naturales mantienen su campo magnético continuo, a menos que:

- Sufran un golpe de gran magnitud, o
- Se les aplique cargas magnéticas opuestas o altas temperaturas (por encima de la Temperatura de Curie).



Imán.

Tomado de: [Imán - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Imán)
es.wikipedia.org/wiki/Imán

Nota 2: La palabra Imán (viene del francés "Aimant")

Se puede determinar entonces que un **Imán** es un cuerpo con **un campo magnético permanente**, donde la fuerza del campo está determinado por la expresión:

$$F = q * V * B * \text{Sen}\alpha$$

Dónde:

F: Fuerza Magnética

q: Carga del cuerpo

V: Rapidez de la carga

B: Intensidad del campo

α: ángulo que forman *V* y *B*

Nota: ***F*** y ***B*** son vectores y su producto vectorial da como resultado un vector que es perpendicular, tanto a ***V*** como a ***B***.

Campo Magnético

El **campo magnético** es una **región del espacio** en la cual una **carga eléctrica puntual** de valor ***q*** que se desplaza a una **velocidad *V***, sufre los efectos de una **fuerza** que es **perpendicular** y **proporcional** tanto a la **velocidad** como al **campo**, llamada **inducción magnética** o **densidad de flujo magnético**.

Nota 1: La existencia de un **campo magnético** se pone de **relieve** gracias a la propiedad localizada en el espacio de **orientar un magnetómetro** (laminilla de acero imantado que puede girar libremente).

Nota 2: La **aguja de una brújula**, que evidencia la existencia del **campo magnético terrestre**, puede ser considerada un **magnetómetro**.

Polos magnéticos

Tanto si se trata de un tipo de imán como de otro, la **máxima fuerza** de **atracción** se halla en **sus extremos**, llamados **polos**.

Nota 1: Un imán consta de dos polos, denominados polo norte y polo sur. Los polos iguales se repelen y los polos distintos se atraen.

Nota 2: No existen polos aislados (mono polo magnético), y por lo tanto, si un imán se rompe en dos partes, se forman dos nuevos imanes, cada uno con su polo norte y su polo sur, aunque la fuerza de atracción del imán disminuye.

Nota 3: En el imán se diferencian dos polos, un polo norte y un polo sur en los cuales, convencionalmente, se nombra polo positivo al norte y polo negativo al sur.

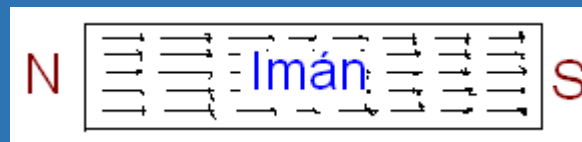
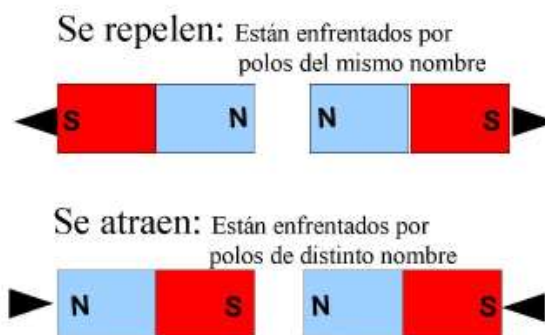


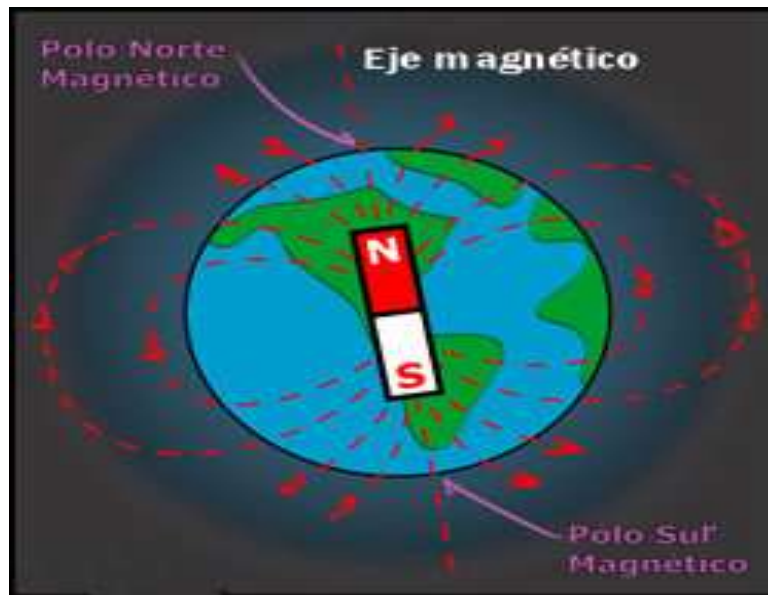
Fig.24: Imán

Autor: Álvaro de J.Laverde Q. fecha: 08-05-2011

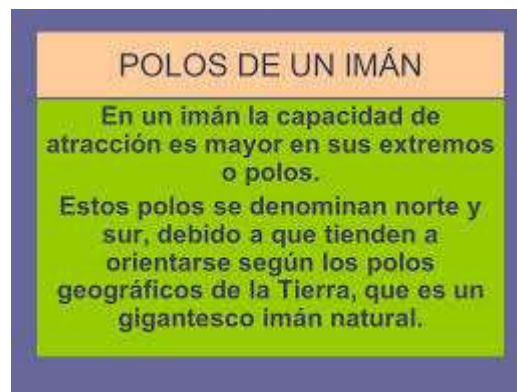
Imágenes de Polos Magnéticos



<http://v2.educarex.es/web/fsanchezm02/la-electricidad-y-el-magnetismo>



<http://cbtis86fisica.blogspot.com/2012/10/iman-un-iman-es-un-material-que-tiene.html>



<http://slideplayer.es/slide/75228/>

■ Polos magnéticos

- Cuando se **enfrentan** dos imanes usando los **polos magnéticos**, **norte** y **sur**, Se produce una **fuerza de atracción** entre ellos, pero en el caso contrario,
- Al enfrentar **norte** con **norte** o **sur** y **sur**, se genera una **fuerza de repulsión**.

Nota: Los imanes poseen líneas de fuerza que están circundando los polos en forma de campo magnético a su alrededor.

Unidad de Inducción Magnética

La unidad de inducción magnética es el **tesla (T)** también llamada **densidad de flujo magnético**, es una inducción magnética uniformemente en una superficie de un metro cuadrado, que genera un flujo magnético de un **weber (Wb)**, esto es:

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

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

Nota: El tesla es la fuerza de 1N sobre una carga de un culombio que se mueve a una velocidad de 1m/s dentro del campo magnético, perpendicular a las líneas de inducción magnética dentro del campo.

3.8.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

1. Determinar la carga que se ejerce sobre una intensidad de campo magnético de 3 Wb la cual se mueve a una velocidad de 0,02cm/s y tiene una fuerza magnética de 4N.

Procedimiento

a. Para resolver este problema se utiliza la expresión:

$$F = q * V * B$$

b. Despejando q se tiene:

$$q = \frac{F}{V * B} \rightarrow q = \frac{4\text{ N}}{(0,0002\text{ m/s} * 3\text{Wb})} \rightarrow q = 0,0024\text{ C}$$

2. Encontrar la **velocidad** de la **intensidad de campo** para una carga móvil de **2C** en un campo magnético de **5 Wb** que ejerce una fuerza de **0,001N**.

Procedimiento

a. Para resolver este problema se utiliza la expresión:

$$F = q * V * B$$

b. Despejando **V** se tiene:

$$V = \frac{F}{q * B} \rightarrow V = \frac{0,001 N}{(2C * 5Wb)} \rightarrow V = 0,0001 m/s$$

Electromagnetismo y la fuente de Campos Magnéticos

La **intensidad del campo** o **campo magnético** se aplica a dos magnitudes:

Excitación magnética o **campo H**.

Inducción magnética o **campo B**, es el **campo magnético**, y se representa con **B** (en el vacío ambos son iguales):

Nota: Según Gauss, $\mu_0 = 4\pi * 10^{-7} * NA^{-2}$

El sistema electromagnético

(http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_electromag/ke_electromag_1.htm) de gauss **B=H**

Fuente de campo magnético

“La **relación** entre el **campo magnético** y una **corriente eléctrica** está dada por la **Ley de Ampère**.”

Esta ley permite calcular **campos magnéticos** a partir de **las corrientes eléctricas**. Fue descubierta por **André - Marie Ampère** en 1826 y dice:

La **integral** del **primer miembro** es la **circulación** o **integral** de **línea del campo magnético** a lo largo de una **trayectoria cerrada**, donde:

μ_0 Es la permeabilidad del vacío.

$d\vec{l}$ Es un vector tangente a la trayectoria elegida en cada punto.

I_T Es la **corriente neta** que atraviesa la **superficie** delimitada por la **trayectoria**, y será **positiva** o **negativa** según el **sentido** con el que atraviere a la superficie”

(<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/magnet/ampere.html>)

Para la **corriente de desplazamiento** se determina por medio de la **Ley de Ampère-Maxwell**.

“Ampere formuló una relación para un **campo magnético inmóvil** y una **corriente eléctrica** que **no varía** en el tiempo.

“**La ley de Ampere dice que la circulación en un campo magnético (B) a lo largo de una curva cerrada (C) es igual a la densidad de corriente (I) sobre la superficie encerrada en la curva C**”

(<http://cmagnetico.blogspot.com/2009/06/ley-de-ampere-maxwell.html>).

El **flujo del campo magnético** se da cuando la carga **se mueve** dentro del campo en una **superficie**, donde el **campo diferencial** es un vector perpendicular a la **superficie** en **cada punto**, está dada por la expresión:

$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{s}$$

Cuando las **líneas del campo magnético** son **cerradas** el **flujo magnético** es **nulo** por tanto será:

$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$$

Utilizando la **Ley de Ampere**, se tiene que:

$$\int \vec{B} \, d\vec{l} = \mu_0 * I_T$$

Dónde:

μ_0 Permeabilidad del vacío.

I_T La corriente total que pasa por la superficie.

$d\vec{l}$ Vector tangente a la trayectoria seleccionada.

Ahora:

$$\int \vec{B} \, d\vec{l} = \mu_0 * I_T, \text{ donde:}$$

$$\int \vec{B} \, d\vec{l} = B \int d\vec{l}, \text{ entonces:}$$

$$B * 2\pi r = \mu_0 * I \text{ El campo queda:}$$

$$B = \frac{\mu_0 * I}{2\pi r}$$

3.8.2 EJERCICIO DE APRENDIZAJE

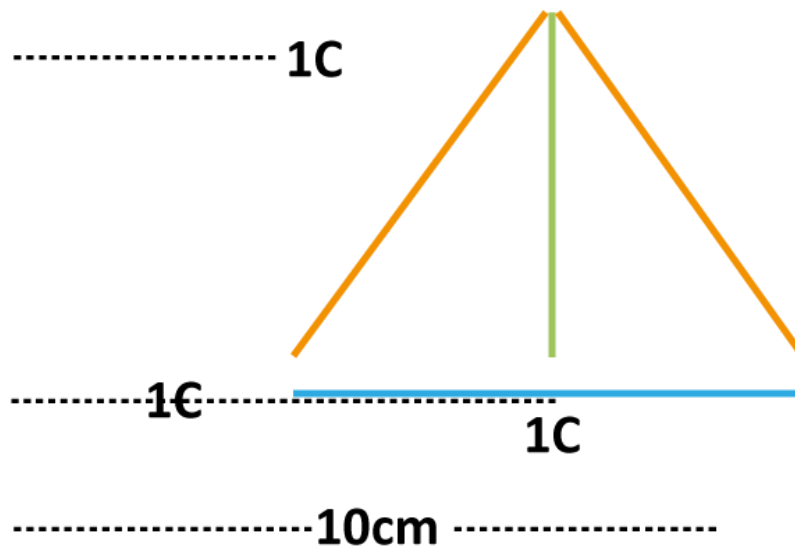
1. Se tienen tres cargas eléctricas iguales de **1 culombio** cada una y se colocan en los vértices de un triángulo equilátero de **10 cm** de lado. Calcular:

- a. La fuerza sobre cada carga y la **energía potencial** de cada una de ellas como resultado de las interacciones con las otras.
- b. El campo y el **potencial eléctrico** resultante en el **centro del triángulo**.

C. La energía potencial interna del sistema

Procedimiento

a. Gráficamente:



b. Puesto que **todas las cargas** son iguales, se puede ver que la fuerza sobre cada carga llevará la **dirección de la bisectriz** que parte del **vértice** en que se encuentra la carga.

Cada una de estas fuerzas será debida a **dos componentes** que llevarán las **direcciones** de los **lados** que concurren en **el vértice** en que se encuentra la **carga**.

Cada **componente** está dada por la expresión:

$$F = K_c * \left(\frac{Q}{r}\right)^2 = 9 \times 10^9 \times \frac{1}{(0,1)^2} = 9 \times 10^{11} N$$

C. Para conocer **la fuerza total** se deben sumar las componentes de F_1 y F_2 sobre la **dirección** de la **bisectriz**, es es:

$$F_t = F_1 * \cos 30^0 + F_2 * \cos 30^0 = 2 * F * \cos 30^0 \rightarrow$$

$$F_t = 2 \times 9 \times 10^{11} \times \frac{\sqrt{3}}{2} N$$

Recuerde que: $F_1 = F_2$

d. Para calcular la **energía potencial** de cada carga, se determinan antes los **potenciales eléctricos** producidos por las otras **dos cargas**, se da la expresión:

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{1}{4\pi * \epsilon_0} \times \frac{q_i}{r} = 2 \times 9 \times 10^9 \times \frac{1}{0,1} = 1,8 \times 10^{11} \text{ Voltios}$$

e. De acuerdo a la expresión anterior, la **energía potencial** de cada carga valdrá:

$$E_p = V \times q \rightarrow E_p = (1,8 \times 10^{11} \text{ Voltios}) \times 1 \text{ coulombio} \rightarrow$$

$$E_p = 1,8 \times 10^{11} \text{ Joule}$$

f. En un numeral anterior se ha calculado el **valor de la fuerza** sobre **cada carga** y **su dirección**. Sobre el **punto medio del triángulo** actúan, por lo tanto, **tres fuerzas iguales** en el sentido que se indica en la gráfica inicial, de ahí que se pueda decir que el **campo** sobre el **punto C** es **nulo** puesto que se tiene:

$$E = \frac{F}{q} \rightarrow F = E * q \text{ Pero } F = 0 \rightarrow E = 0$$

g. El **potencial**, en cambio, **no es nulo** ya que se tiene:

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{1}{4\pi * \epsilon_0} \times \frac{q_i}{r} = 4,5 \times 10^{11} \text{ Voltios}$$

En este caso: $r = \frac{2}{3} \times 0,1 = 0,067$

h. La **energía potencial electrostática** del sistema está dada por la expresión:

$$U = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i \cdot V_i = \frac{1}{2} \times 3 \times 4,5 \times 10^{11} \text{ Voltios}$$

$$= 6,75 \times 10^{11} \text{ Joule}$$

"Tomado de: (<http://www.matematicasypoesia.com.es/ProbElecMag/problema108.htm>, fecha:15-05-2011.El 18-07-2011).

■ Materiales Magnéticos

Los materiales magnéticos **más útiles y adecuados** son los que tienen **permeabilidad (μ)** con inducción magnética y **campo magnético** en el material, determinando las siguientes expresiones:

$$B = \mu \cdot H$$

$$\mu = \mu_r \cdot \mu_o$$

$$\mu = \mu_o \cdot (1 + x_m)$$

Dónde:

μ_r Permeabilidad Relativa.

x_m La susceptibilidad magnética del material.

Nota: Tabla con susceptibilidades magnéticas de algunos materiales diamagnéticos y paramagnéticos:

Material diamagnético	Susceptibilidad magnética $x_m \times 10^{-6}$
Cobre	-0,086
Cinc	-0,157
Cadmio	-0,18

Plata	-0,20
Estaño	-0,25
Material paramagnético	Susceptibilidad magnética $x_m \times 10^{-6}$
Titanio	+1,25
Aluminio	+0,65
Platino	+1,10
Calcio	+1,10
Oxígeno	+106,2

Nota 1: Entre los Materiales Paramagnéticos Positivos, se tienen:

- El oxígeno,
- El sodio,
- El aluminio,
- El Tungsteno,
- El magnesio,
- El platino,
- El titanio.

Nota 2: Entre los Materiales diamagnéticos negativos: El oro,

- La plata,
- El cobre,

- El agua,
- El alcohol,
- El nitrógeno, entre otros.
- Magnetismo de Materiales

Se puede dar de la siguiente forma:

Histéresis: Es la obtención de propiedades magnéticas por acercamiento o por inducción o por influencia externa.

Ferromagnetismo: Es el lineamiento ligado de átomos de hierro debido al acoplamiento del material.

Las **características** esenciales del **ferromagnetismo** son:

- Magnetización en el sentido del campo aplicado.
- Fuerza de atracción.

Nota 1: Aparece una fuerza de atracción sobre el cuerpo respecto del campo aplicado.

Nota 2:

- La susceptibilidad magnética es positiva y la permeabilidad mayor que 1.
- Los materiales **ferromagnéticos** son:
 - El hierro,
 - El cobalto,
 - El níquel, y
 - Los aceros.

Nota 3: Materiales que son magnéticos

Existen unos cuantos materiales que son **magnéticos de forma natural**, o que tienen el **potencial** de convertirse en imanes, entre ellos se tienen:

- Hierro,
- Hematita,
- Magnetita,
- Gases ionizados, (como el material del que están hechas las estrellas)

Nota 4:

- Se puede hacer un imán para **atraer objetos** que contengan **material magnético**, como el **hierro**, aunque este **no esté magnetizado**.
- Pero **no se puede** hacer un imán para **atraer materiales plásticos**, de **algodón** o de cualquier **otro material**, como **roca de silicato**, pues estos **no son materiales magnéticos**.
- El que un material contenga **hierro**, o cualquier **otro material magnético**, **no significa** que sea **un imán**. Para que un material magnético **se pueda convertir** en **un imán** ha de tener **condiciones especiales**.”(http://www.windows2universe.org/physical_science/magnetism/magnetic_materials.html&lang=sp)

Ejemplos de Campos Magnéticos

1. El **planeta tierra** se comporta como un imán, **las líneas de fuerza** están **orientadas** apuntando en **dirección** al **polo norte** y al **polo sur**, **los planetas** muestran asistencia de **campo magnético** en sus **octupolos** y **cuadrupolos** entre ellos están **Saturno** y **Júpiter** como generadores de **magnetismo multipolo planetario**.

Nota 1: Para que un planeta tenga magnetismo debe poseer condiciones especiales tales como la magnetosfera.

Nota 2: El sol posee un campo magnético muy complejo y extenso el promedio de su campo es aproximadamente casi dos veces el campo magnético promedio de la Tierra debido a que su superficie es alrededor de unas 12000 veces mayor que la superficie de la tierra y su campo se extiende mucho más lejos del planeta más lejano que es Plutón.

Nota 3: La extensión del campo magnético del sol se llama campo magnético interplanetario.

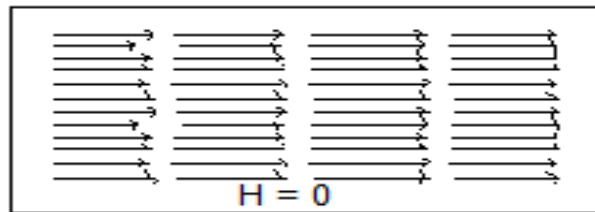
Nota 4: La forma del campo magnético del sol es parecida al de la tierra o similar a un imán tipo barra llamado campo dipolo, donde existen muchos campos complejos que cambian con el tiempo.

Nota 5: Los sitios del sol donde el campo magnético es muy fuerte se llama región activa, las cuales crean manchas solares con campos magnéticos cercanos a los 4000

gauss, el nivel de complejidad del campo magnético del sol disminuye y aumenta aleatoriamente con los ciclos que producen las manchas solares.

2. El campo magnético se presenta en un material cuando las **partículas de material** se orientan en un **punto** formando **un solo sentido** que da origen a **las líneas de fuerza** del campo cuando **los átomos adyacentes se alinean** unos con otros.

Los **momentos magnéticos** hacen que los **espines** de **átomos** del material se **orienten** en **forma natural**, **sin influencia** del **campo magnético externo**, como se puede ver en la siguiente figura:



Espín de átomos orientados.
Autor: Álvaro de J. Laverde Q.18072011

Los **átomos** están **ligados** entre sí por **la fuerza** que ejerce cada uno sobre el otro logrando mantenerse **alineado** en **forma adyacente**.

- Fuerzas Magnéticas y Cables Conductores de Corriente
- Fuerza magnética inducida en un cable conductor

Es la **fuerza** o **campo magnético** que adquiere **un conductor** cuando este **está cerca** de una **fuerza magnética** generadora.

- Primera Ley de la mano derecha

Cuando un **cable conductor** está en un **campo magnético**, se ejerce una **fuerza** sobre el **cable** de una **magnitud** dada por la expresión:

$$F = N \cdot i \cdot B \cdot L \cdot \text{sen} \alpha$$

Dónde:

i Corriente que circula por el cable

B Campo magnético

L Longitud del cable

α Ángulo entre la dirección de la corriente y la dirección del campo magnético.

N Número de cables

Enlace **ley de la mano derecha**:

(http://es.wikipedia.org/wiki/Regla_de_la_mano_derecha)

Segunda ley de la mano derecha

Se usa para determinar **el sentido** del **flujo magnético** por medio de la **dirección de la corriente** a través de un cable, está dado por la expresión:

$$B = \frac{M \cdot I}{2 p d}$$

B : Campo magnético

M : Es la permeabilidad del aire

I : Corriente por el cable

 **Resistividad de materiales:** ρ (rho), ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a **20°C**).

MATERIAL	RESISTIVIDAD
Carbón	40,0
Plata	0,0159
Tungsteno	0,0549
Platino	0,111

Nicromo	1,5
Constatan	0,489
Aluminio	0,028
Cobre	0,0172
Plomo	0,205

3.8.3 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

1. Hallar **la resistencia**, que ofrece al paso de **la corriente eléctrica**, a través de un conductor de cobre de 500 metros de longitud cuyo diámetro es 1,6 mm.

Procedimiento

a. **Datos:** En este caso se quiere calcular **la resistencia** de un conductor bien definido (**cobre**), del que se conoce su **resistividad** ($\rho = 0,0172$), su longitud (**500 m**) y del que no se sabe su **área** o **sección** pero del que se tiene su diámetro (**1,6 mm**).

b. Para hallar **el área** o **sección del conductor** de cobre será necesario utilizar la siguiente fórmula (área del círculo):

$$A = \pi \cdot r^2$$

Reemplazando **los valores conocidos** en dicha expresión, se tiene que:

$$A = \pi \cdot r^2 \rightarrow A = \pi \times (0,8mm)^2 \rightarrow A = 3,1416 \times 0,4mm^2 \rightarrow A = 2mm^2$$

Nota: Recuerde que el radio es la mitad del diámetro.

C. Para calcular la **resistencia** se utiliza la siguiente expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Reemplazando **los valores conocidos** en dicha expresión, se tiene que:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \rightarrow R = 0,0172 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{500 \text{ m}}{2 \text{ mm}^2} \rightarrow R = 4,3 \Omega$$

d. Solución: la **resistencia** (R) que ofrece al paso de la corriente eléctrica un alambre de cobre de **2 mm²** de área (sección) y **500 metros** de longitud, a una **temperatura ambiente de 20° C**, será de **4,3 ohmios**.

2. Un alambre conductor cilíndrico de **radio r** y **largo L** tiene una **resistencia eléctrica R**. ¿Cuál será la **resistencia eléctrica** de otro alambre conductor, también cilíndrico y del mismo material que el anterior, pero de **radio r/2** y **largo L/2**?

Procedimiento

a. Dentro de **las propiedades** de los **conductores metálicos**, se sabe que la **resistencia eléctrica** que presentan éstos depende de **la naturaleza del material** y es **directamente proporcional** al **largo** e **inversamente proporcional** al **área** de la **sección transversal (grosor)** del conductor, esto es:

$R \propto \frac{L}{S}$ Para convertirla en una igualdad se multiplica por una constante, que en este caso es ρ del material correspondiente, entonces:

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

Nota: Como ρ (la constante de resistividad) es igual en ambos casos, se prescindirá de ella para realizar los cálculos correspondientes, queda entonces:

$$R = \frac{L}{S}$$

Dónde: **L (largo del alambre)** y se conoce en ambos casos. Si se le da un **valor inicial** de **1 (uno)**, para el **segundo caso** será de **½ (un medio)**.

Pero **S**, la **sección, superficie** o **área** del cable conductor, **no se conoce** en ninguno de los casos, ya que solo se tiene como dato **el radio**, que si se le da un valor **1 (uno)** en el **primer caso**, entonces será **1/2** en el segundo.

Para calcular la sección se usa la expresión:

$$A = \pi \cdot r^2$$

Nota: Como π es común para el cálculo en ambos casos, se prescinde de él, y como interesa el valor de r^2 para el **segundo caso**, se hace $(1/2)^2$ que es igual a $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

b. Reemplazando los datos conocidos en la expresión determinada, se tiene que:

$$R = \frac{L}{S} \rightarrow R = \frac{1}{\frac{1}{4}} \rightarrow R = \frac{1}{2} \div \frac{1}{4} \rightarrow R = \frac{1}{2} \times \frac{4}{1} \rightarrow R = 2$$

C. Solución: La **Resistencia (R)** es igual a **un medio** dividido por **un cuarto**, lo que se convierte en **un medio** multiplicado por **4/1**, que es igual a **4/2**, que al simplificarse queda en **2.**"

Tomado de: http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Electricidad_resistencia_calcular.html

3. Regla de la mano derecha

La **regla de la mano derecha** o del **sacacorchos** es un método para determinar **direcciones vectoriales**, tiene como base los **planos cartesianos**. Se utiliza prácticamente de dos maneras.

- Para **direcciones** y **movimientos vectoriales lineales**, y
- Para **movimientos** y **direcciones rotacionales**.

Así, cuando se hace girar un **sacacorchos** o un **tornillo**:

- "**Hacia la derecha**" (en el sentido de las **agujas de un reloj**) el sacacorchos o el tornillo "**avanza**", y
- "**hacia la izquierda**" (contrario a las **agujas del reloj**), el sacacorchos o el tornillo "**retroceden**".

Gráficamente:



1. Determinación de la dirección de rotación mediante la regla de la mano derecha.



2. Al girar el sacacorchos hacia la derecha, este avanza.

■ Aplicaciones

■ Dirección para un producto Vectorial

La aplicación más común es para determinar la **dirección de un vector** resultado de un **producto vectorial**, así:

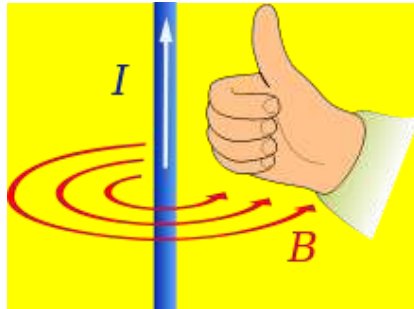
$$\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c}$$

La dirección del **vector** $\vec{c}$ estaría definida por la **dirección** del **dedo pulgar**, cerrando los **demás dedos** en torno al **vector** $\vec{a}$ primero y siguiendo con el **vector** $\vec{b}$.

Un **caso específico** en que tiene **gran importancia** la aplicación de esta forma vectorial de la **Ley de la mano derecha** es en la determinación de la **fuerza electromotriz (FEM)** inducida en un **conductor** que se mueve dentro de un **campo magnético** en esta aplicación **el pulgar** representa **el movimiento del conductor eléctrico** dentro del **campo magnético**, cortando las **líneas de fuerza**, **el índice** representa la **dirección de las líneas de fuerza** del campo magnético **de Norte a Sur** y el **dedo del medio** representa la **dirección de la FEM inducida**. (Ver gráficas 1 y 2).

Dirección asociada a un giro

Gráficamente:



El pulgar apunta en la misma dirección que la corriente eléctrica y los demás dedos siguen la dirección del campo magnético.

Nota: La segunda aplicación, está relacionada con el movimiento rotacional; el pulgar apunta hacia arriba siguiendo la dirección del vector, el vector corriente por ejemplo, mientras que los demás dedos se van cerrando en torno a la palma, lo cual describiría la dirección de rotación, por ejemplo si el pulgar apunta hacia arriba, como en la imagen, entonces la dirección de rotación es de forma anti-horaria (Contraria al sentido de las agujas del reloj).

Otras aplicaciones

La Regla de la mano derecha es utilizada en muchos procesos industriales que utilicen ejes, vectores y movimientos axiales.

Nota: La robótica, en especial, utiliza esta regla ya que los 12 movimientos fundamentales aplicados en la misma se adhieren a esta norma.

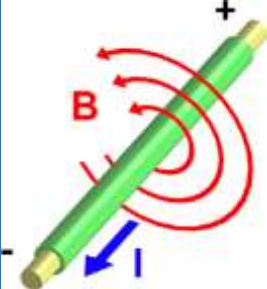
La Regla de la mano derecha se utiliza en todas las actividades que estén basadas en un Producto Vectorial, tales como:

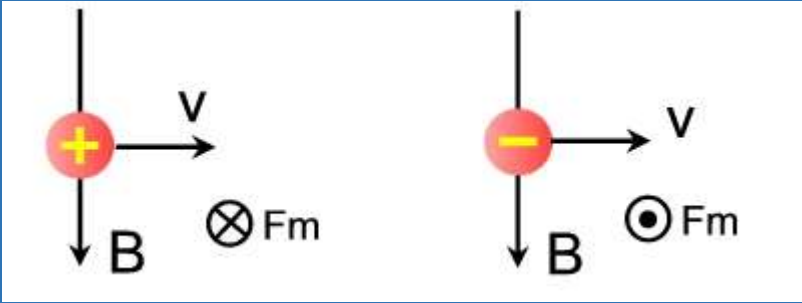
Producto vectorial

Sea el producto:

$$\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c}$$

Cuando el sacacorchos gira de $\vec{a}$ hacia $\vec{b}$ (llevando la punta de A hacia la punta de B, por la rotación menor que media vuelta o π radianes), el sacacorchos **avanza** (o **retrocede**) en la dirección de $\vec{c}$.

Momento de fuerzas o torque	En <u>mecánica newtoniana</u> , se denomina momento de una fuerza (respecto a un punto dado) a una <u>magnitud (pseudo)vectorial</u> , obtenida como producto vectorial del vector de posición del punto de aplicación de la fuerza (con respecto al punto al cual se toma el momento) por el vector fuerza , en ese orden. También se denomina momento dinámico o sencillamente momento .
El vector asociado a la velocidad angular	Cuando el sacacorchos gira como el objeto, la dirección de avance del sacacorchos indica la dirección del vector asociado a la velocidad angular .
El vector asociado al momento angular.	Su importancia en todas ellas se debe a que está relacionada con las simetrías rotacionales de los sistemas físicos.
Dirección del campo magnético producido por una corriente	Cuando el sacacorchos avanza en la dirección de la corriente , él gira en la dirección del campo magnético .
Dirección de la corriente que produce un campo magnético	 Una corriente eléctrica produce un campo magnético, siguiendo la Ley de Ampère. En <u>física del magnetismo</u>, la ley de Ampère, modelada por <u>André-Marie Ampère</u> en 1831, relaciona un <u>campo magnético</u> estático con la causa que la produce, es decir, una <u>corriente eléctrica estacionaria</u>.
Fuerza ejercida por un campo	Sobre una carga eléctrica en movimiento que atraviese un campo magnético aparece una fuerza denominada Fuerza Magnética . Ésta

magnético sobre una carga eléctrica en movimiento.	modifica la dirección de la velocidad, sin modificar su módulo. El sentido se calcula por la regla de la mano derecha de la siguiente manera: • Índice = velocidad, mayor = campo, • Pulgar = fuerza, formando 90 grados entre cada uno de los tres dedos). Nota: El sentido de la fuerza es para cargas positivas. Si las cargas son negativas el sentido es el opuesto al obtenido con la regla de la mano derecha  Tomado de: Fuerza magnética sobre una carga en movimiento - Física www.fisicapractica.com/fuerza-carga.php
Fuerza ejercida por un campo magnético sobre un conductor que conduce una corriente.	La fuerza tiene la dirección del avance del sacacorchos cuando se éste gira en el sentido de la corriente hacia el campo magnético.
Para definir la orientación de los ejes de un triedro rectángulo	Cuando el sacacorchos gira del eje x positivo al eje y positivo, él avanza en la dirección del eje z positivo.

Tomado de: [Regla de la mano derecha - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Regla_de_la_mano_derecha)
es.wikipedia.org/wiki/Regla_de_la_mano_derecha

En general se puede determinar que:

- La primera regla de la mano derecha es para direcciones y movimientos vectoriales lineales.

- La primera regla usa los tres dedos: pulgar, índice y el dedo medio de la mano derecha, los cuales se ubican señalando a tres distintas direcciones perpendiculares, iniciando con la palma dirigida hacia arriba, con el pulgar se indica la primera dirección vectorial
- La segunda regla de la mano derecha es para movimientos y direcciones rotacionales.
- El uso de la segunda regla está relacionada más directamente con el movimiento rotacional, con el pulgar se apunta a una dirección y los demás dedos indican la rotación natural, lo cual indica que al colocar la mano con el pulgar apuntando hacia arriba, el movimiento o rotación es opuesto al movimiento de las manecillas del reloj.

Aplicaciones del electromagnetismo en el siguiente link.

(http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/sec_7.htm, fecha: 15-05-2011).

3.8.4 EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO

a. A continuación, se determinan una serie de preguntas por cada uno de los temas vistos, es importante que des respuesta a los mismos, por qué te ayudarán en el proceso de aplicación de los mismos, es necesario y muy importante tener claridad sobre los mismos.

- **Fuerza eléctrica**

1. ¿Cómo se presenta una fuerza eléctrica?
2. ¿Cuáles son las fuerzas eléctricas?

- **Campo eléctrico**

1. ¿Cómo es el campo eléctrico en comparación con la fuerza eléctrica?
2. Realice dos ejemplos de campo eléctrico de un material donde se aplique los conceptos anteriores.

- **Energía eléctrica y potencial eléctrica**

1. Determine el proceso de generación eléctrica usando dos formas diferentes.
2. Compare las formas de generación eléctrica y diga cuál es más eficiente.

- **Capacitancia y dieléctrica**

1. Enuncie las magnitudes de la capacitancia

2. ¿Qué es un condensador?

- **Imanes y polos magnéticos.**

1. Enuncie tres elementos que muestren campos magnéticos.

2. Realizar la experiencia de polos con imanes.

- **Electromagnetismo y la fuente de campos magnéticos.**

1. Consultar el campo magnético de un solenoide.

2. Elaborar una biografía de André Marie Ampere y Maxwell.

- **Materiales magnéticos**

1. Diga dos características del magnetismo.

2. Enuncie materiales que se usan para hacer campos magnéticos.

- **Fuerzas magnéticas y cables conductores de corriente.**

1. Aplicar las dos leyes de la mano para la fuerza magnética.

2. Consultar que es una bobina o inductor.

b. Problemas de aplicación

Para resolver este tipo de problemas debes tener muy clara la conceptualización teórica, por lo tanto responde el cuestionario anterior con mucha responsabilidad o de lo contrario vuelve a los diferentes temas y repásalos, además se te presentan algunos ejercicios resueltos, que te servirán de modelo para la resolución de los presentados, en caso de dudas comunícate con tus compañeros de curso o el tutor de la asignatura si es necesario.

Nota: En lo posible trata de construir una gráfica que te permita visualizar esquemáticamente el problema propuesto.

1. Dos cargas puntuales (q_1 y q_2) se atraen inicialmente entre sí con una fuerza de **600 N**, si la separación entre ellas se reduce a **un tercio** de su valor original ¿cuál es la nueva fuerza de atracción?

R. La nueva magnitud de la fuerza es **5.400 N**.

2. Una carga de **+60 μC** (q_1) se coloca a **60 mm** (r) a la izquierda de una carga de **+20 μC** (q_2) ¿cuál es la fuerza resultante sobre una carga de **-35 μC** (q_3) colocada en el **punto medio** ($r/2$) entre las dos cargas?

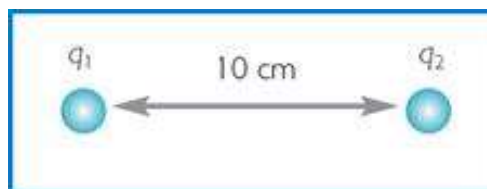
R. La fuerza entre q_2 y q_3 es de **7.000 N**, valor absoluto (se atraen, tienen signos contrarios)

Entonces, como q_3 está sometida a 2 fuerzas que la atraen en distintas direcciones, la fuerza resultante debe ser la diferencia entre ambas; o sea, **21.000 – 7.000 = 14.000 N**

3. ¿Cuál debe ser la separación entre dos cargas de **+5 μC** para que la fuerza de repulsión sea **4 N**?

R. Para que fuerza de repulsión sea de 4 N las cargas q_1 y q_2 deben estar a **0,2372 metro (237,2 mm)**.

4. Dos cargas desconocidas idénticas (q_1 y q_2) se encuentran sometidas a una fuerza (**F**) de repulsión de **48 N** cuando la distancia (**r**) entre ellas es de **10 cm** ¿cuál es la magnitud de la carga?



Enunciados tomados de: [Interacciones entre cargas eléctricas \(Ejercicios\)](http://www.profesorenlinea.cl/.../Electricidad_cargas_InteraccionEjercicios.htm)
www.profesorenlinea.cl/.../Electricidad_cargas_InteraccionEjercicios.htm.

5. Una carga de $3 \times 10^{-6} \text{ C}$ se encuentra 2 m de una carga de $-8 \times 10^{-6} \text{ C}$, ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de atracción entre las cargas?

R. 0,054 N

6. Una carga de $-5 \times 10^{-7} \text{ C}$ ejerce una fuerza a otra carga de 0.237 N a una distancia de 3.5 metro, ¿cuál es el valor de la segunda carga?

R. $q_2 = 0,644 \times 10^{-3} \text{ C}$

Enunciados tomados de: Ley de Coulomb - Ejercicios Resueltos - Fisimat
www.fisimat.com.mx/ley-de-coulomb

7. Dos cargas puntuales $q_1 = 3 \cdot 10^{-6}$ y $q_2 = 4 \cdot 10^{-6}$ están separadas 0,5 m y ubicadas en el vacío.

a) Calcule el valor de la fuerza entre las cargas

b) Construya un esquema donde represente la situación anterior y las fuerzas de interacción entre las cargas.

8. Tenemos un triángulo equilátero de tres cargas:

$$q_1 = 3 \text{ C}$$

$$q_2 = 5 \text{ C}$$

$$q_3 = 8 \text{ C}$$

¿Qué fuerza ejercen estas cargas sobre q_c si la distancia entre cada una es de 0,5 m?

9. Tres cargas puntuales se colocan en las esquinas de un triángulo equilátero.

Calcule la fuerza eléctrica neta sobre la carga de 7 microculombios.

10. En la figura, las dos esferitas son iguales, de 100 g de masa, y tienen la misma carga eléctrica. Los dos hilos son aislantes, de masa despreciable y de 15 cm de longitud. Determina la carga de las esferas sabiendo que el sistema está en equilibrio y que el ángulo entre las cuerdas es de 10° .

$$\text{Dato: } K = 9 \cdot 10^9 \text{ SI}$$

11. Dos cargas puntuales se encuentran separadas 7 cm en el aire y se rechazan con una fuerza de $65 \times 10^{-2} \text{ N}$. Si una tiene el doble de la carga de la otra.

¿Cuál es la magnitud de las cargas?

12. Una carga de 64 microcolumb colocada a 30 centímetros a la izquierda de una carga de 16 microcolumb.

¿Cuál es la fuerza resultante sobre una carga de -12 microcolumb localizada exactamente a 50 milímetros debajo de la carga de 16 microcolumb?

13. 2 cargas puntuales positivas iguales $q_1 = q_2 = 8$ microcoulomb, interactúan con una tercera carga puntual $q_0 = -12$ picocoulomb.

¿Encuentre la magnitud y dirección de la fuerza total sobre q_0 ?

14. Dos cargas q_1 y q_2 , están separadas una distancia d y ejercen una fuerza mutua F . ¿Cuál será la nueva fuerza? si:

- A. ¿ q_1 se duplica?
- B. ¿ q_1 y q_2 se reducen a la mitad?
- C. ¿ d se triplica?
- D. ¿ d se reduce a la mitad?
- E. ¿ q_1 se triplica, y d se duplica?

15. Dos cargas A y B, separadas 3 cm, se atraen con una fuerza de $40 \mu\text{N}$. ¿Cuál es la fuerza entre A y B si se separan 9 cm?

16. Una carga puntual de $-2 \mu\text{C}$ está localizada en el origen. Una segunda carga puntual de $6 \mu\text{C}$ se encuentra en $x=1\text{m}$ $y=0,5\text{m}$.

Determinar las coordenadas x e y de la posición en la cual un electrón estaría en equilibrio.

17. ¿Cuál es la fuerza que ejercen dos cargas $q_1=5\text{c}$ y $q_2=-2\text{c}$ a una distancia de $0,25\text{m}$

18. ¿Cuál es la fuerza que actúa entre dos cargas, una de $8 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ y otra de $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ separadas por una distancia de 0.3 m ?

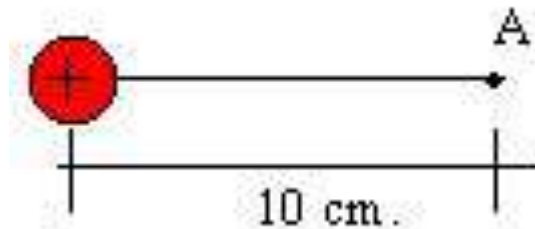
19. Calcular la distancia entre el electrón y el protón de un átomo de hidrógeno si la fuerza de atracción es de $8,17 \times 10^{-8} \text{ N}$.

20. dos cargas puntuales 10mc y 10mc están separados 10mc determinar el campo potencial eléctrico en el punto medio de la recta que las une e en un equivalente 10mc de las cargas.
21. Dos cargas puntuales, $q_1=3,1 \times 10^{-5}\text{C}$ y $q_2=4,8 \times 10^{-5}\text{C}$, están ubicada en la base de un triángulo rectángulo separadas 20cm , calcule la fuerza eléctrica resultante sobre la carga $q_3=2,6 \times 10^{-6}\text{C}$ si está ubicada a 15cm por encima de la carga q_1 , para ello realice una representación gráfica del problema.
22. 3 esferas de igual masa y cargas $(+q)$ cuelgan de sendos hilos de igual longitud. Debido a la atracción electrostática de los hilos forman un ángulo de 30° con el vértice y la distancia de equilibrio entre cada esfera es de $D=1\text{m}$. Dibuje las esferas que actúan sobre cada esfera. Calcule el valor de q . calcular los valores de fuerza.

Enunciados tomados de: Ejercicios resueltos de Campo Eléctrico y Ley de Coulomb
www.todoejercicios.es/resueltos/Fisica/Campo.../Ley-de-Coulomb

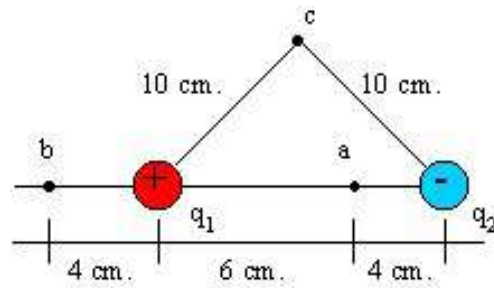
Potencial Eléctrico

1. Determinar el valor del potencial eléctrico creado por una carga puntual $q_1=12 \times 10^{-9}\text{C}$ en un punto ubicado a 10 cm . del mismo como indica la figura.



Respuesta: El potencial en A vale $+ 1.080\text{ V}$

2. Dos cargas puntuales $q_1=12 \times 10^{-9}\text{C}$ y $q_2=-12 \times 10^{-9}\text{C}$ están separadas 10 cm . como muestra la figura. Calcular la diferencia de potencial entre los puntos **ab**, **bc** y **ac**.



Respuesta: $V_{ab} = + 2.829 \text{ V}$ $V_{bc} = - 1.929 \text{ V}$ $V_{ac} = + 900 \text{ V}$

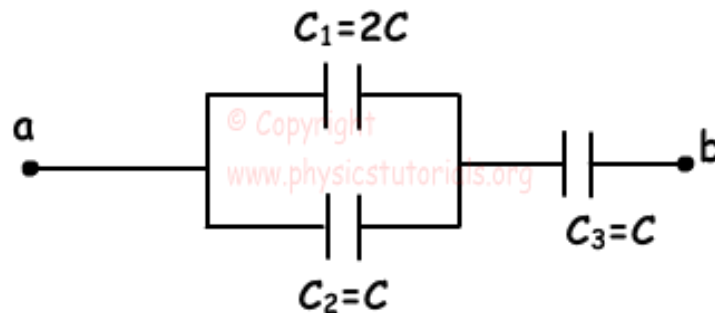
Enunciados tomados de: Ejercicios Propuestos | POTENCIAL ELECTRICO
<https://potencialelectrico.wordpress.com/ejercicios-propuestos>

Capacitores

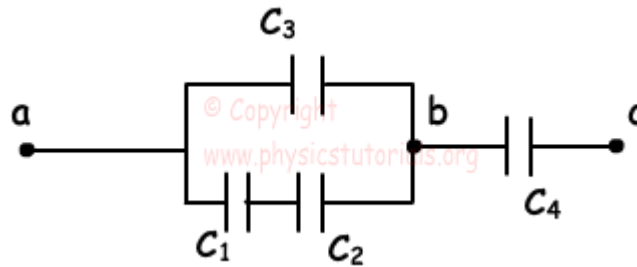
Nota: La forma de solucionar los circuitos mixtos de condensadores es muy parecido a la manera en que se resuelven los circuitos mixtos de resistencias por lo que se sugiere ver también los ejercicios de resistencias del tema ley de Ohm.

1. Dado el siguiente circuito, calcular la capacidad equivalente entre los puntos A y B.

$$R/C_{eq} = \frac{3}{4} C$$



2. En el circuito se indican a continuación, $C_1 = 60 \mu\text{F}$, $C_2 = 20 \mu\text{F}$, $C_3 = 9 \mu\text{F}$ y $C_4 = 12 \mu\text{F}$. Si la diferencia de potencial entre los puntos a y b tiene un $V_{ab} = 120 \text{ V}$ encuentre la carga del condensador segundos.



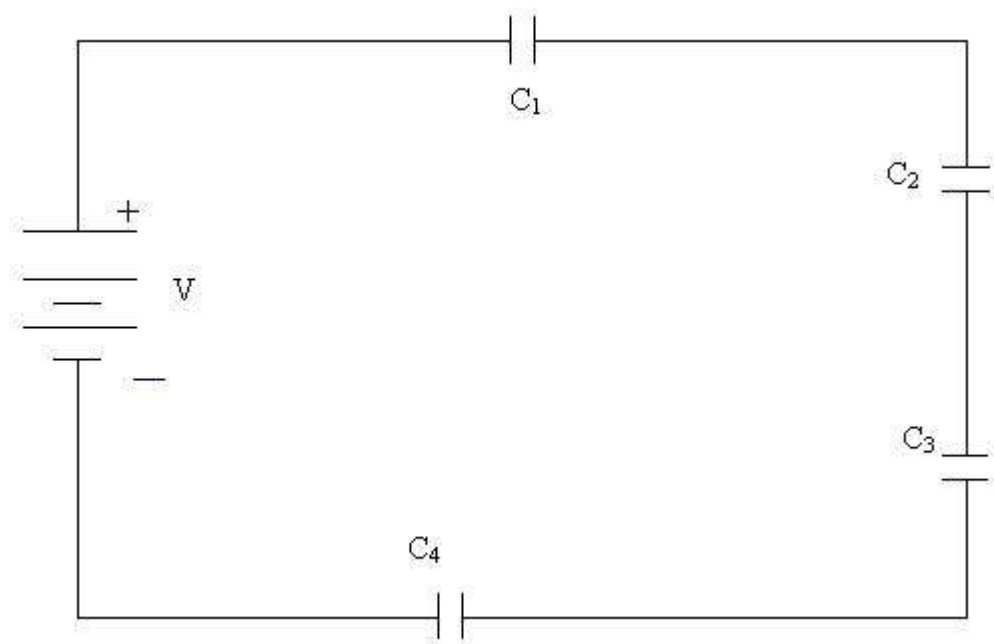
4. Determine la capacitancia total, del circuito serie mostrado, si la capacitancia de los condensadores es:

$$C_1 = 1000 \mu F$$

$$C_2 = 150 \mu F$$

$$C_3 = 250 \mu F$$

$$C_4 = 450 \mu F$$



Respuesta: $C \approx 72 \mu F$

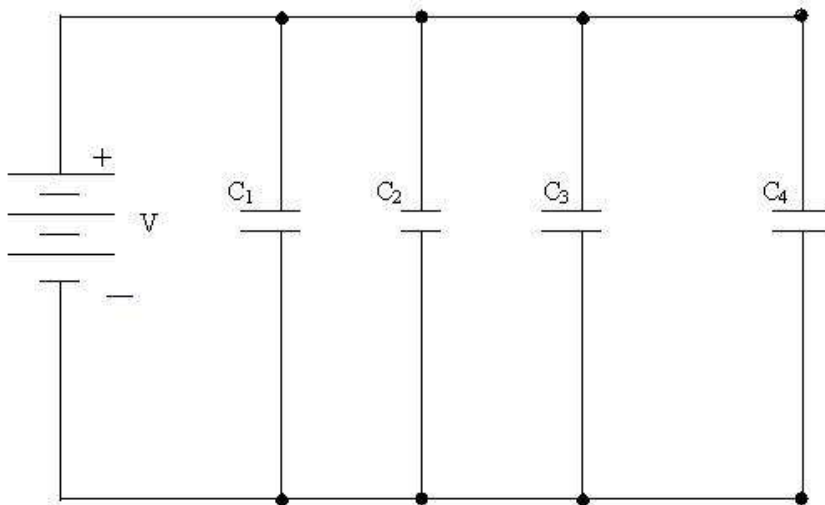
5. Determina la capacitancia total del siguiente circuito. Donde:

$$C_1 = 1000 \mu F$$

$$C_2 = 150 \mu F$$

$$C_3 = 250 \mu F$$

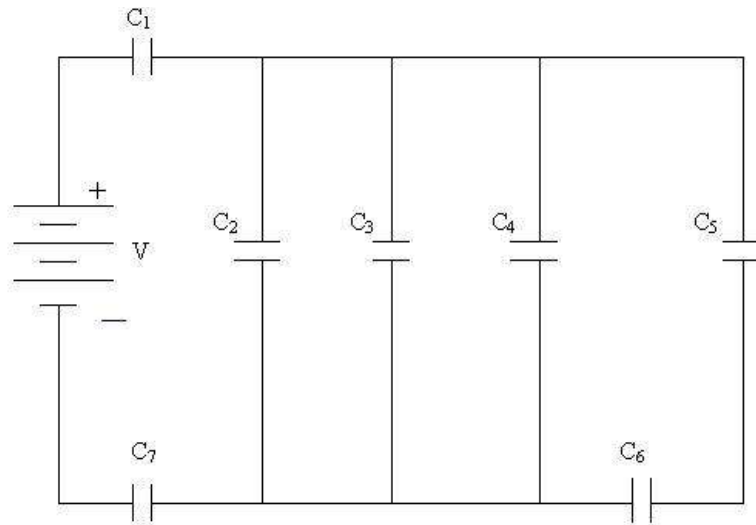
$$C_4 = 450 \mu F$$



Respuesta: $C = 1950 \mu F$

6. ¿Qué conclusiones se pueden obtener de los dos ejercicios anteriores de acuerdo a los resultados obtenidos?

7. Determine el valor de la capacitancia total para el siguiente circuito:



Donde los valores para los capacitores son los siguientes:

$$C_1 = 1000 \mu F$$

$$C_2 = 150 \mu F$$

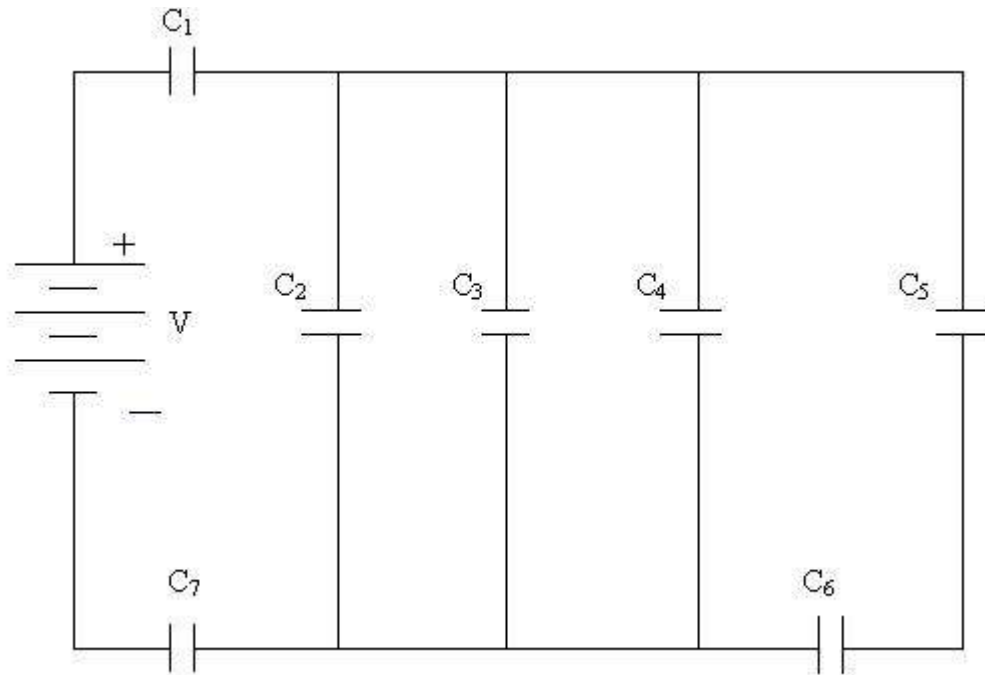
$$C_3 = 250 \mu F$$

$$C_4 = 1500 \mu F$$

$$C_5 = 450 \mu F$$

$$C_6 = 750 \mu F$$

$$C_7 = 220 \mu F$$



Respuesta $C = 166.66 \mu F$

Magnetismo

Determinar la carga que se ejerce sobre una **intensidad de campo magnético** de **2,5 Wb** la cual se mueve a una **velocidad** de **0,0005 m/s** y tiene una **fuerza magnética** de **5 N**.

2. Encontrar la **velocidad** de la **intensidad de campo** para una carga móvil de **3 C** en un campo magnético de **8 Wb** que ejerce una fuerza de **0,00003 N**.

3. Se tienen tres cargas eléctricas iguales de **0,5 culombios** cada una y se colocan en los vértices de un triángulo equilátero de **5 cm** de lado. Calcular:

Nota: Recuerda que debes elaborar la gráfica, para que se facilite el proceso de solución.

- La **fuerza** sobre cada carga y la **energía potencial** de cada una de ellas como resultado de las interacciones con las otras.
- El **campo** y el **potencial eléctrico** resultante en el **centro del triángulo**.
- La **energía potencial interna** del sistema.

PISTAS DE APRENDIZAJE



Traiga a la memoria: A los electrones se asignó carga negativa igual a -1 simbolizándola como -e.

Los protones poseen carga positiva: +1 o +e.

Los quarks * tienen carga fraccionaria: $\pm 1/3$ $\pm 2/3$, pero no se han observado en forma física libre.

Los neutrones tienen igual carga negativa y positiva -e=+e

Recuerde que:

Hay seis tipos distintos de quarks que los físicos de partículas han denominado de la siguiente manera:

up (arriba)

down (abajo)

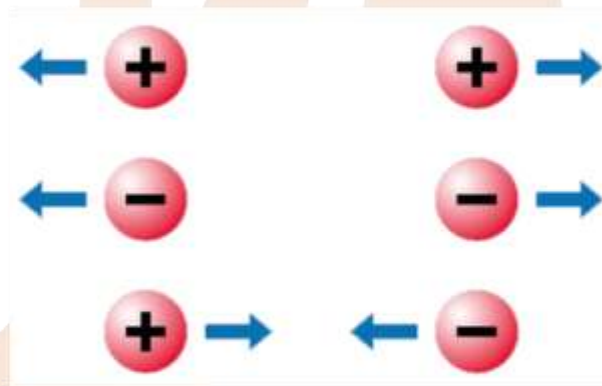
charm (encanto)

strange (extraño)

top (cima)

bottom (fondo)

Tenga en cuenta: La atracción o repulsión de cargas



Traiga a la memoria: La fuerza electrostática entre dos cargas puntuales es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa, tiene la dirección de la línea que las une.

Recuerde que: La expresión para el cálculo de la fuerza entre dos cargas está dada por:

$$F_1 = F_2 = k_e \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

Tomado de: <http://e-ducativa.catedu.es/>

PISTAS DE APRENDIZAJE



Traiga a la memoria: Las características que se observan en un átomo cargado:

- El núcleo de todo átomo es positivo.
- Los electrones que rodean el átomo tienen carga negativa.
- Los electrones que rodean al núcleo tienen la misma cantidad de carga negativa y masa, comparado con otro electrón.
- El núcleo está formado de neutrones y protones.
- La carga neutra que posee un protón es igual a cero.
- El átomo tiene cargas eléctricas que se repelen y se atraen

Recuerde que:

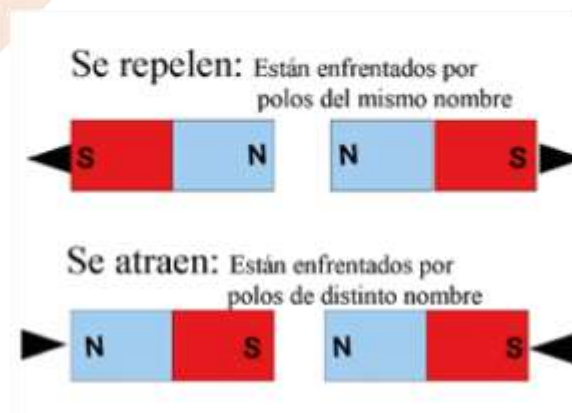
El módulo de la intensidad de campo E debido a una carga puntual Q está dada por la expresión: $E = K_c \cdot Q/r^2$

Recuerde que:

La introducción de un dieléctrico en un condensador aislado de una batería, tiene las siguientes consecuencias:

- *Disminuye el campo eléctrico entre las placas del condensador.
- *Disminuye la diferencia de potencial entre las placas del condensador, en una relación V_i/K .
- *Aumenta la diferencia de potencial máxima que el condensador es capaz de resistir sin que salte una chispa entre las placas (ruptura dieléctrica).
- *Aumento por tanto de la capacidad eléctrica del condensador en K veces.
- *La carga no se ve afectada, ya que permanece la misma que ha sido cargada cuando el condensador estuvo sometido a un voltaje.

Recuerde que: Imágenes de Polos Magnéticos



PISTAS DE APRENDIZAJE



Recuerde que:

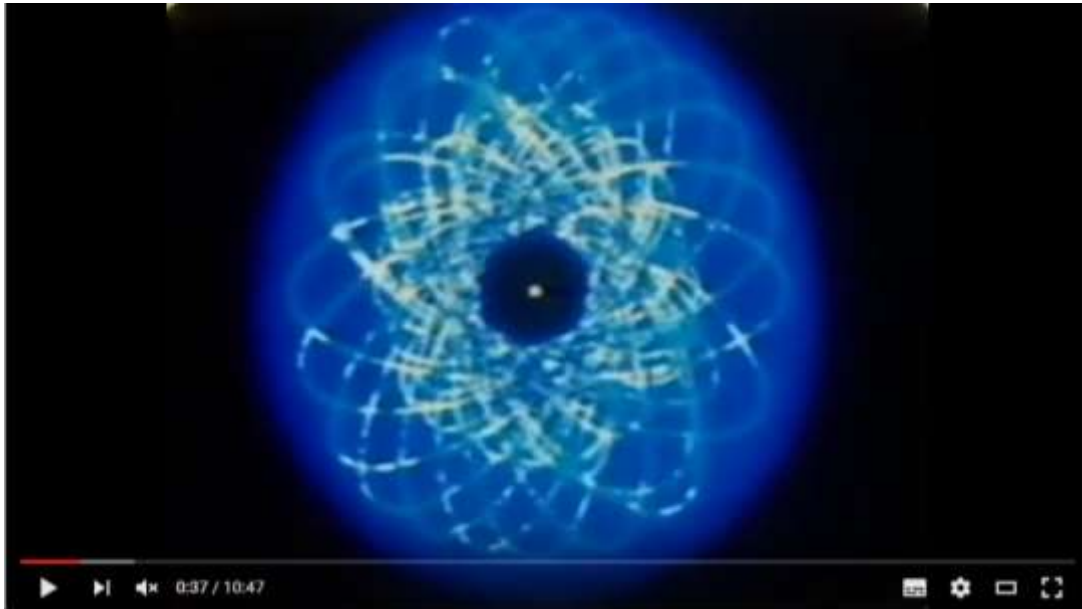
***La primera regla de la mano derecha es para direcciones y movimientos vectoriales lineales.**

***La primera regla usa los tres dedos: pulgar, índice y el dedo medio de la mano derecha, los cuales se ubican señalando a tres distintas direcciones perpendiculares, iniciando con la palma dirigida hacia arriba, con el pulgar se indica la primera dirección vectorial.**

***La segunda regla de la mano derecha es para movimientos y direcciones rotacionales.**

***El uso de la segunda regla está relacionada más directamente con el movimiento rotacional, con el pulgar se apunta a una dirección y los demás dedos indican la rotación natural, lo cual indica que al colocar la mano con el pulgar apuntando hacia arriba, el movimiento o rotación es opuesto al movimiento de las manecillas del reloj.**

4 UNIDAD 3 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

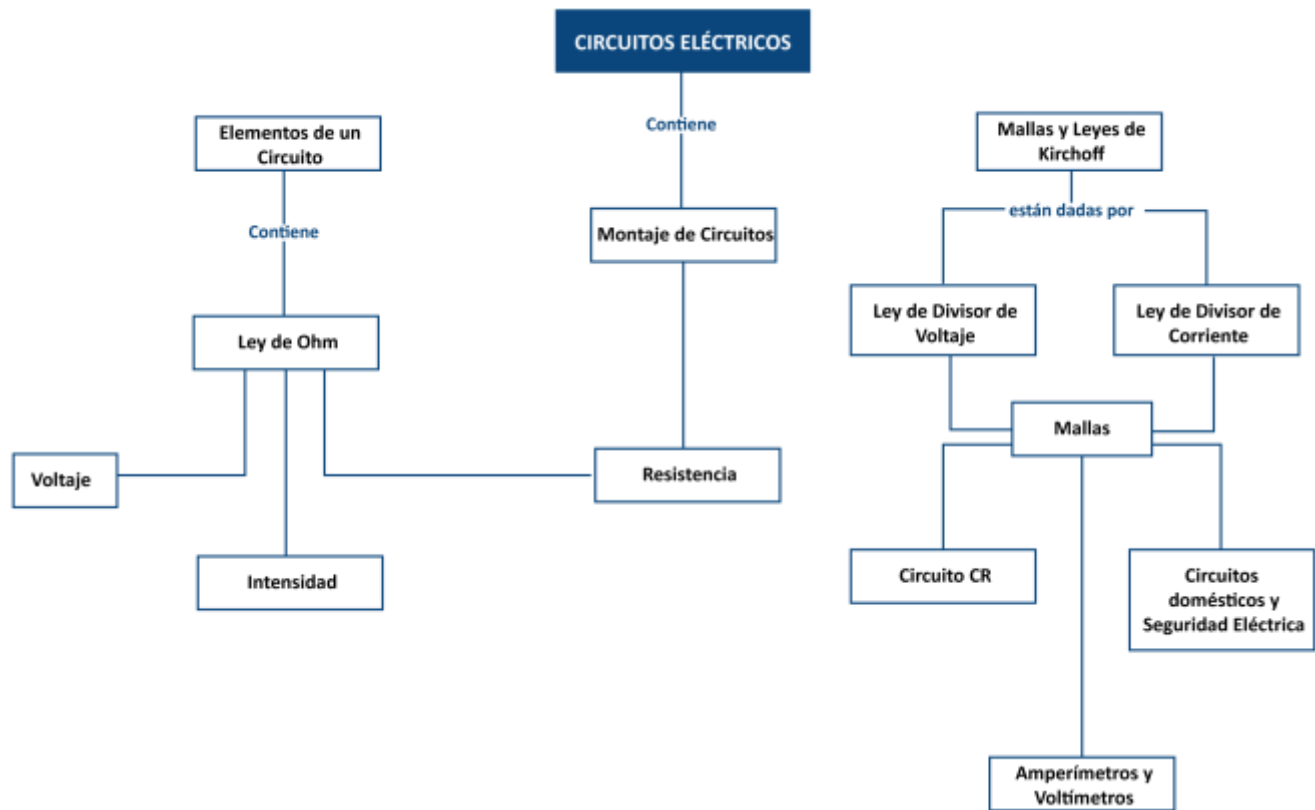


¿CÓMO REALIZAR UN CIRCUITO ELÉCTRICO SENCILLO? CIRCUITOS ELÉCTRICOS concepto y ejemplos: [Enlace](#)

Enlace: [CIRCUITOS ELÉCTRICOS | JUGANDO Y APRENDIENDO](#)

<https://luisamariaarias.wordpress.com/cono/tema-5.../circuitos-electricos>

RELACIÓN DE CONCEPTOS



Definición de conceptos:

- **Asociación Mixta de Resistencias:** Es la forma de interconectar elementos resistivos usando arreglos serie-paralelo. La solución de la **R equivalente** o general depende del análisis a conveniencia, puede ser hallando primero las configuraciones series o paralelo.
- **Circuito eléctrico:** Es una unión de elementos que permiten la circulación de la corriente eléctrica.
- **Divisor de tensión:** Es una configuración de circuito eléctrico que reparte la tensión de una fuente entre una o más impedancias conectadas en serie.
- **El Voltímetro:** Es un instrumento de medida especial para conocer la magnitud de la tensión en un punto determinado del circuito eléctrico, se debe usar en paralelo con los terminales del elemento donde se requiere medir.
- **Galvanómetros o amperímetros:** Son los instrumentos de medida de las magnitudes de corriente a través de un circuito, este se conecta en serie con el elemento donde está la corriente a medir.
- **Intensidad de corriente:** Es la **cantidad de electrones** que **circula** por un **conductor** cada segundo. Se mide en **amperios (A)**.

- **La resistividad:** Es el **grado de dificultad** que experimentan **los electrones** al pasar por **el circuito**. Se llama rho minúscula (ρ) y está dada en **ohm por metro** ($\Omega \cdot m$, también en $\Omega \cdot mm^2/m$).
 - **Ley de Ohm:** Establece que la diferencia de potencial **V** que aparece entre los extremos de un conductor determinado es directamente proporcional a la intensidad de la corriente **I** que circula por el citado conductor. Ohm completó la ley introduciendo la noción de resistencia eléctrica **R** , determinado como el elemento de proporcionalidad en la relación entre **V** e **I** ; relaciona tres magnitudes fundamentales en el estudio de los circuitos eléctricos: **Tensión, Corriente, y Resistencia**.
 - **Los circuitos domésticos:** Son aquellos de propósito general de aplicación básica residencial, diseñados con series, paralelos y formas mixtas según el caso, usando la protección adecuada.
-  **Resistencia equivalente:** Se denomina Resistencia Equivalente de una asociación de resistencias, con respecto a dos puntos A y B, a aquella que, conectada a la misma Diferencia de Potencial, demanda la misma Intensidad. En otras palabras, la asociación de resistencias y su resistencia equivalente disipan la misma potencia.
- **Resistencia:** Indica oposición al paso de la corriente. Se mide en ohmios (Ω).
-  **Resistencias en Paralelo:** Dos o más resistencias se encuentran en Paralelo cuando tienen dos terminales comunes de modo que al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, **todas** las resistencias tienen la misma caída de tensión.
- **Resistencias en serie:** Cuando al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas ellas son recorridas por la misma corriente.
 - **Tensión:** Es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un sistema eléctrico. Se mide en voltios (V)

OBJETIVO GENERAL

Resolver problemas aplicando circuitos eléctricos, partiendo de los conceptos de resistencia, potencial y corriente eléctrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-  Identificar las relaciones entre magnitudes eléctricas establecidas en la ley de Ohm aplicable a los circuitos con resistencias:
-  Definiendo los conceptos para las resistencias en serie, en paralelo y para interconexión serie-paralelo (circuito mixto),
-  Diferenciando Los conceptos de voltaje, corriente y resistencia eléctrica,

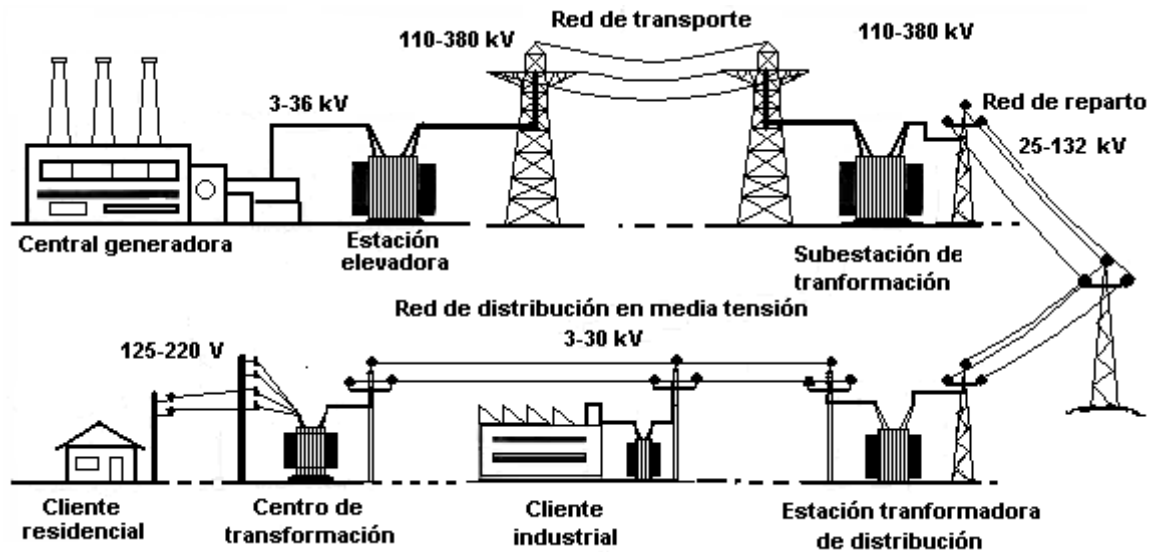
- Resolviendo circuitos utilizando las leyes básicas de circuitos eléctricos, y
- Analizando los efectos de la corriente eléctrica y la potencia eléctrica.
- Realizar el montaje de un circuito con resistencias en serie, en paralelo y en forma de circuito mixto (serie – paralelo).
- Aplicar los conceptos de mallas y Leyes de Kirchhoff a un circuito.
- Analizar el principio de carga en un circuito CR.
- Conocer la forma de uso y medida de corriente y tensión usando el amperímetro y voltímetro.
- Diferenciar las partes de un circuito eléctrico doméstico y la seguridad o protección eléctrica.

4.1 TEMA 1 ELEMENTOS DE UN CIRCUITO

Como se estudió anteriormente, la **electricidad** es una **forma de energía** y la energía es aquello que permite realizar **un trabajo**.

“**La energía no se crea ni se destruye,
se transforma.**”

La energía eléctrica que se utiliza cotidianamente, viene dada por un ciclo que empieza desde **la generación** hasta el **consumo final**, siguiendo un esquema como el mostrado a continuación:



Tomado de: <http://es.wikipedia.org/>

La energía procede fundamentalmente de:

- **Baterías y fuentes.** Se conoce como CD (**Corriente Directa**)
- **La red eléctrica.** Se conoce como CA (**Corriente Alterna**)
- **Circuito eléctrico:** Es una unión de elementos que permiten la **circulación** de la **corriente eléctrica**.

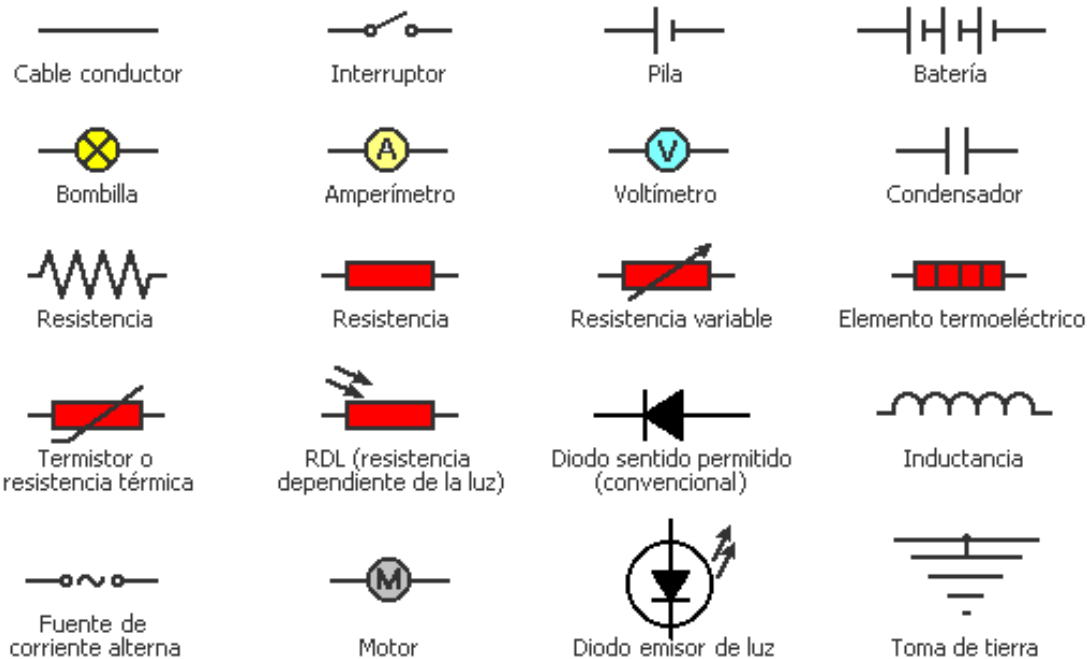
En los circuitos eléctricos hay una serie de elementos, tales como:

ELEMENTOS	EJEMPLOS
Generador	Baterías, red eléctrica.
Conductores	Alambre, cables.
Elementos receptores	Una lámpara, un televisor, un electrodoméstico
Elementos de maniobra	Permiten controlar el paso de corriente, por ejemplo, un interruptor

Elementos de protección

Los breakers que se encuentran en el tablero de cada casa o industria

Elementos utilizados para circuitos eléctricos



Tomado de: <http://instruelectrilis.blogspot.com/>

Ley de Ohm

La **Ley de ohm** macroscópica, relaciona **tres magnitudes fundamentales** en el estudio de los circuitos eléctricos:

- Tensión,
- Corriente, y
- Resistencia.

V

- **Tensión:** Es la **diferencia de potencial eléctrico** entre dos puntos de un sistema eléctrico. Se mide en **voltios (V)**

I

- **Intensidad de corriente:** Es la **cantidad de electrones** que **circula** por un conductor cada segundo. Se mide en **amperios (A)**

R

- **Resistencia:** Indica **oposición** al paso de la corriente. Se mide en **ohmios (Ω)**

La **ley de Ohm** establece que la **diferencia de potencial V** que aparece entre los **extremos** de un conductor determinado es **directamente proporcional** a la **intensidad de la corriente I** que circula por el citado conductor. Ohm completó la ley introduciendo la noción de **resistencia eléctrica R** , determinado como **el elemento de proporcionalidad** en la relación entre **V** e **I** , esto es:

$$V \propto I$$

La **diferencia de Potencial (V)** es **directamente proporcional** a la **Intensidad de la corriente (I)**

Al multiplicar la **Intensidad (I)** por la **Resistencia (R constante)**, se obtiene la siguiente expresión para la **Ley de Ohm**:

$$V = I * R$$

Que se puede analizar a través de las siguientes imágenes:

$$\frac{V}{I \times R}$$

LEY DE OHM

$$\frac{V}{I \times R}$$

HALLAR RESISTENCIA

$$\frac{V}{I \times R}$$

HALLAR CORRIENTE

$$\frac{V}{I \times R}$$

HALLAR VOLT AJE

Tomado de: <http://www.taringa.net/>

Resistividad

Nota: Antes de continuar el trabajo con la Ley de Ohm, es importante conocer el concepto de resistividad, el cual permitirá profundizar en el tema.

La **resistividad**: Es el **grado de dificultad** que experimentan **los electrones** al pasar por **el circuito**. Se llama rho minúscula (ρ) y está dada en **ohm por metro** ($\Omega \cdot m$, también en $\Omega \cdot mm^2/m$).

Resistividad de algunos materiales

RESISTIVIDAD DE MATERIALES	
MATERIAL	RESISTIVIDAD $\times 10^{-8}$

Plata	1.55
Aluminio	2.82
Oro	2.22
Cobre	1.70
Níquel	6.40
Hierro	8.90
Estaño	11.50

■ Unidades para la Ley de Ohm:

V Diferencia de Potencial en **Voltios (V)**.

I Intensidad de la corriente en **Amperios (A)**.

R Resistencia en **ohmios (Ω)**.

4.1.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

1.Cuál es la corriente de un circuito que tiene una resistencia de 1,2K Ω al ser conectado a una fuente de tensión de 200 voltios.

Procedimiento

a. Datos del problema

Primero se debe convertir el valor de resistencia que está en $K\Omega$ a ohmios (Ω).

$$R = 1,2 \text{ } K\Omega \frac{1000 \Omega}{1 \text{ } k\Omega} = 1200 \Omega$$

$$V = 200 \text{ Voltios}$$

$$I = ?$$

b. Usando la ecuación de la ley de ohm se tiene:

$$V = I * R$$

Despejando I de la expresión dada:

$$V = I * R \rightarrow I = \frac{V}{R}$$

c. Reemplazando los valores conocidos:

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow = \frac{200 \text{ V}}{1200 \Omega} \rightarrow I = 0,166 \text{ Amperios}$$

d. Solución: La intensidad de la corriente es de 0,166 Amperios (166 microamperios - μA)

2. Al colocar un óhmetro digital entre dos puntos de un circuito, muestra 500Ω y la intensidad de corriente es de 4000micro-amperios. Determinar la tensión eléctrica que posee dicho circuito.

Procedimiento

a. Datos

$$I = 4.000\mu A \times \equiv \frac{1 A}{1.000.000} = 0,004 A$$

$$R = 500\Omega$$

$$V = ?$$

b. Se utiliza la expresión: $V = I \cdot R$

Reemplazando los valores conocidos, se tiene:

$$V = I \cdot R \rightarrow V = 0,004 A * 500\Omega \rightarrow V = 2 \text{ Voltios}$$

4. Hallar la resistencia que tiene un calentador que al aplicarle un voltaje de 110V hace que fluya una intensidad de corriente de 1.5A.

Procedimiento

a. Datos

$$I = 1,54 A$$

$$R = ?$$

$$V = 110 V$$

b. Se utiliza la expresión: $V = I \cdot R$

Despejando R :

$$R = \frac{V}{I}$$

Reemplazando los valores conocidos, se tiene:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{110}{1,5 A} \rightarrow R = 73,2 \Omega$$

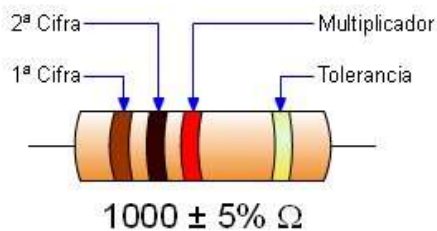
4.2 TEMA 2 MONTAJE DE CIRCUITOS Y RESISTENCIAS

Código de colores en resistencias

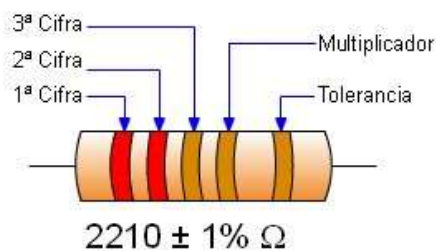
A continuación se presenta un código de colores para las diferentes resistencias y lo que indica cada una de las cifras que se muestran en las mismas:

Código de colores

Resistencia normal

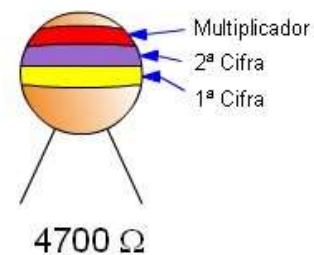


Resistencia de precisión



	1ª Cifra	2ª Cifra	3ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
NEGRO	0	0	0	x1	
MARRÓN	1	1	1	x10	±1%
ROJO	2	2	2	x100	±2%
NARANJA	3	3	3	x1.000	
AMARILLO	4	4	4	x10.000	
VERDE	5	5	5	x100.000	±0,5%
AZUL	6	6	6	x1.000.000	
VIOLETA	7	7	7	Oro x0,1	Oro ±5%
GRIS	8	8	8	Plata x0,01	Plata ± 10%
BLANCO	9	9	9		Sin color ± 20%

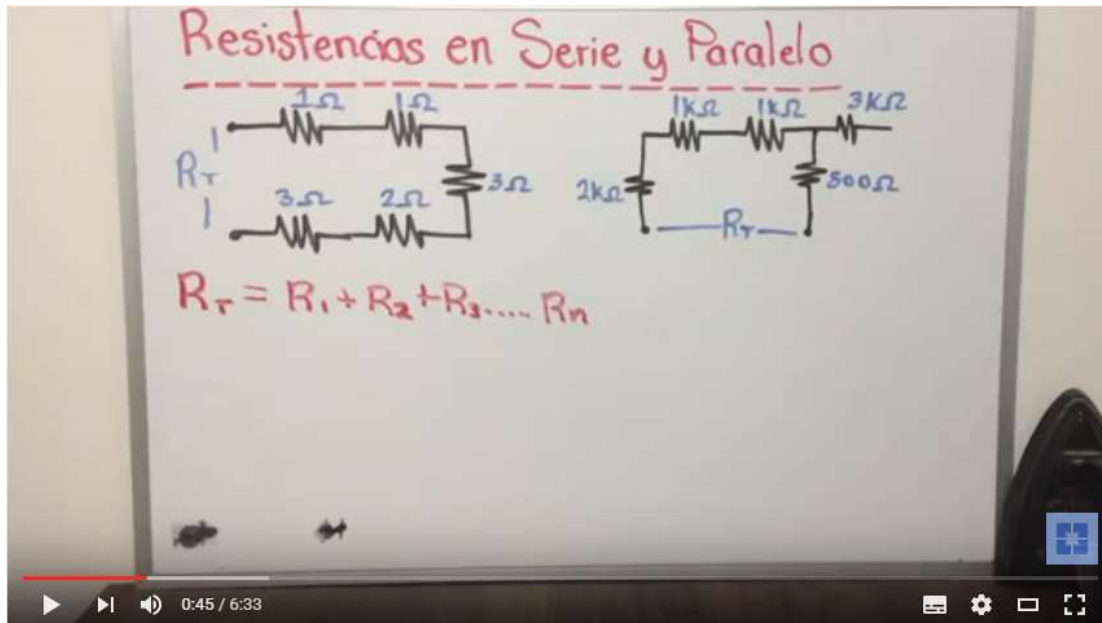
Resistencia NTC



Tomado de: <http://www.portaleso.com/>

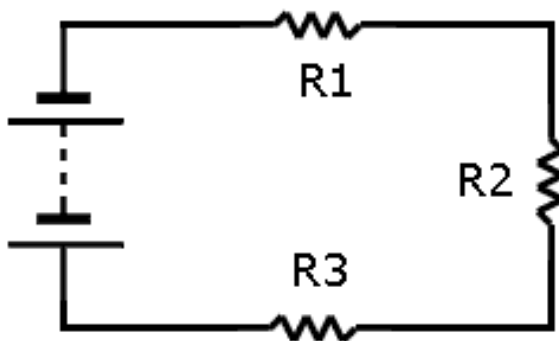
Agrupación de resistencias

Para una mejor comprensión del tema, se recomienda visitar el siguiente enlace (Video de [Resistencias en serie y paralelo YouTube - YouTube](#))

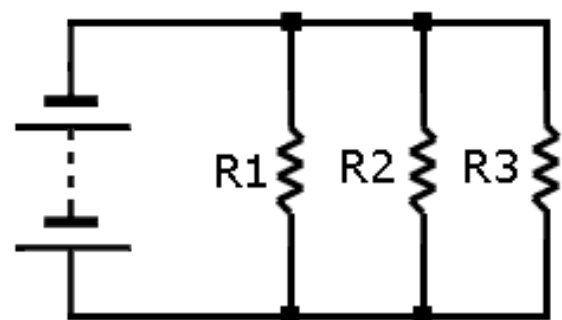


Resistencias en serie y paralelo: [Enlace](#)

Imágenes de Resistencias en Serie y Paralelo

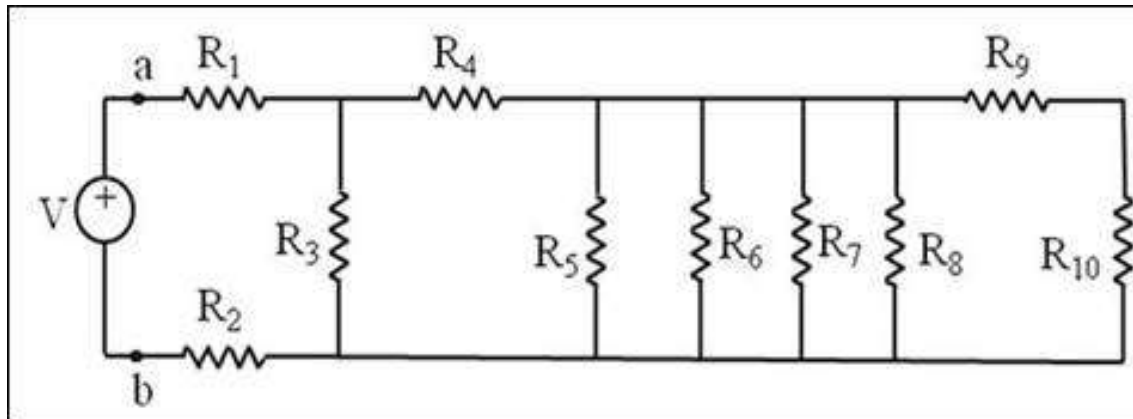


CIRCUITO SERIE

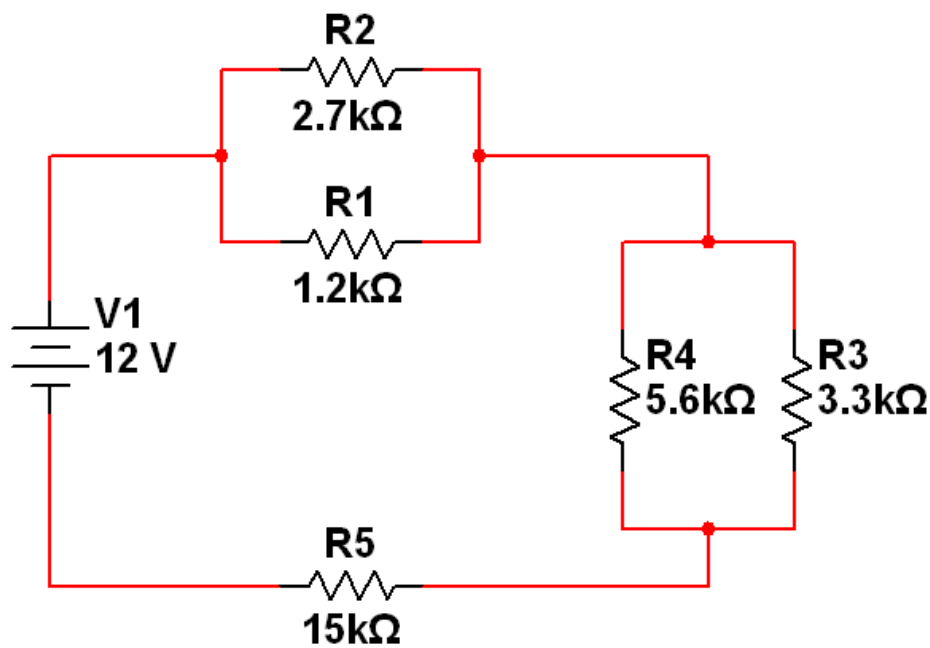


CIRCUITO PARALELO

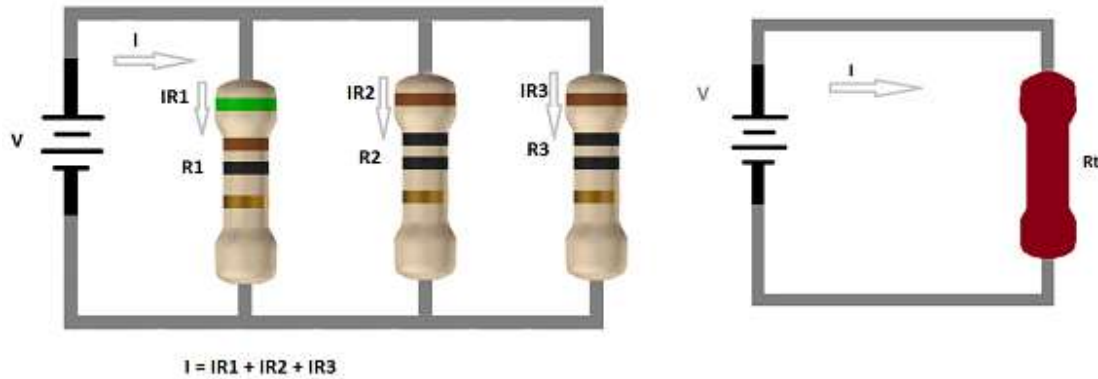
<http://fisica.laguia2000.com/general/circuitos-en-serie-y-en-paralelo>



http://repositorio.innovacionumh.es/Proyectos/P_19/Tema_1/UMH_04.htm

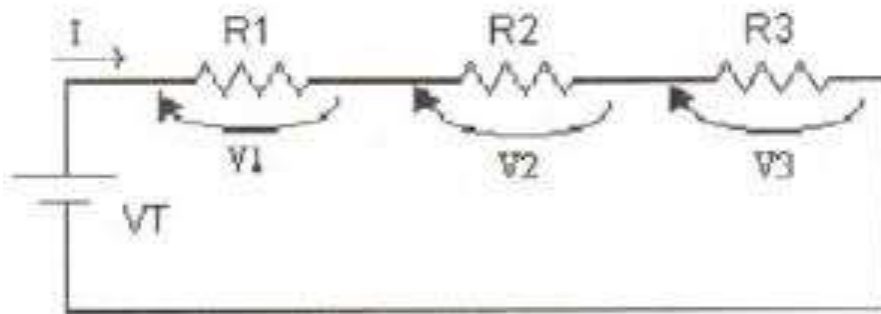


<http://www.techmiru.comule.com/electronica-2/electronica-basica/resistencias-serie-paralelo/>

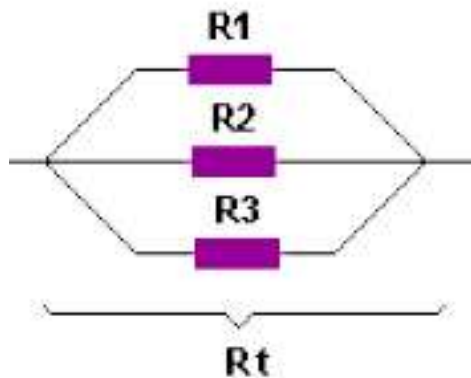


http://witronica.com/resistor_paralelo

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$



<http://www.electronicasi.com/ensenanzas/resistencia-electrica/>



$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

<http://www.mailxmail.com/curso-electronica-basica/combinacion-resistencias-resistencias-serie-paralelo>

Conexión de resistencias

Esta conexión se puede dar de tres formas:

- Resistencias en Serie
- Resistencias en Paralelo
- Resistencias Serie – Paralelo

Resistencia equivalente

Se denomina **Resistencia Equivalente** de una asociación de resistencias, con respecto a dos puntos A y B, a aquella que, conectada a la misma Diferencia de Potencial, demanda la misma Intensidad. En otras palabras, la asociación de resistencias y su resistencia equivalente disipan la misma potencia.

Asociación de resistencias en serie

Dos o más resistencias se encuentran conectadas en **serie** cuando al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas ellas son recorridas por la misma corriente.

La resistencia equivalente para una asociación de **resistencias en Serie** está dada por:

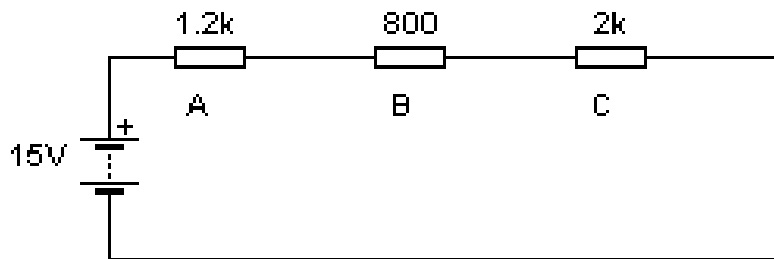
$$R_{AB} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$$

Esto es:

“
La resistencia equivalente a n resistencias montadas en serie es igual a la sumatoria de dichas resistencias.
”

4.2.1 EJERCICIO DE APRENDIZAJE

Resistencias en serie: Interconexión de resistencias una a continuación de la otra y cuando se aplica a todo el grupo una diferencia de potencial, todas tienen la **misma corriente**.



Conexión de resistencias en serie

- a. La resistencia equivalente del circuito en **Serie** presentado en el esquema está dada por:

$$R_1 = 1,2 K\Omega$$

$$R_2 = 0,800 K\Omega$$

$$R_3 = 2 K\Omega$$

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 \rightarrow R_e = 1,2 K\Omega + 0,800K\Omega + 2K\Omega \rightarrow R_e = 4K\Omega$$

- b. Aplicando Ley de Ohm:

$$R_e = \frac{T_v}{I_r}$$

Como la conexión es en **serie**, la corriente **I** es la misma que pasa por las resistencias **A, B, C**, por lo tanto:

Despejando **I_r** , se tiene:

$$I_r = \frac{T_v}{R_e} \rightarrow I_r = \frac{15 \text{ Voltios}}{4000\Omega} \rightarrow I_r = 0,00375 \text{ A}$$

Asociación de resistencias en paralelo

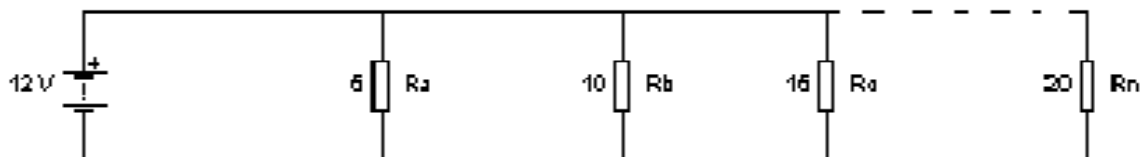
Dos o más resistencias se encuentran en **Paralelo** cuando tienen **dos terminales comunes** de modo que al aplicar al conjunto **una diferencia de potencial**, todas las resistencias tienen la misma caída de tensión.

La **resistencia equivalente** para una asociación de **resistencias en Paralelo** está dada por:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Esto es, interconectar **varias resistencias** en **un mismo punto común** donde la **resistencia equivalente** es la **suma inversa de los inversos** de cada resistencia.

Diagrama de un circuito en **paralelo**:



Conexión de resistencias en paralelo

Nota: Cuando el grupo de resistencias en paralelo posee varios valores iguales (k) la R_e está dada por:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{R}{K}$$

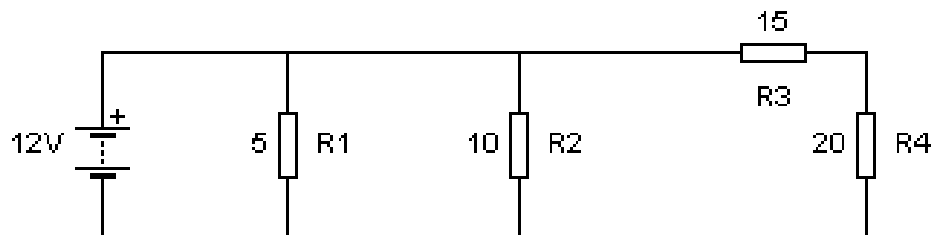
Con K = Número de resistencias de **valor igual**.

Asociación Mixta de Resistencias

Forma de interconectar **elementos resistivos** usando arreglos **serie-paralelo**.

La solución de la **R equivalente** o general depende del análisis a conveniencia, puede ser hallando primero las configuraciones series o paralelo.

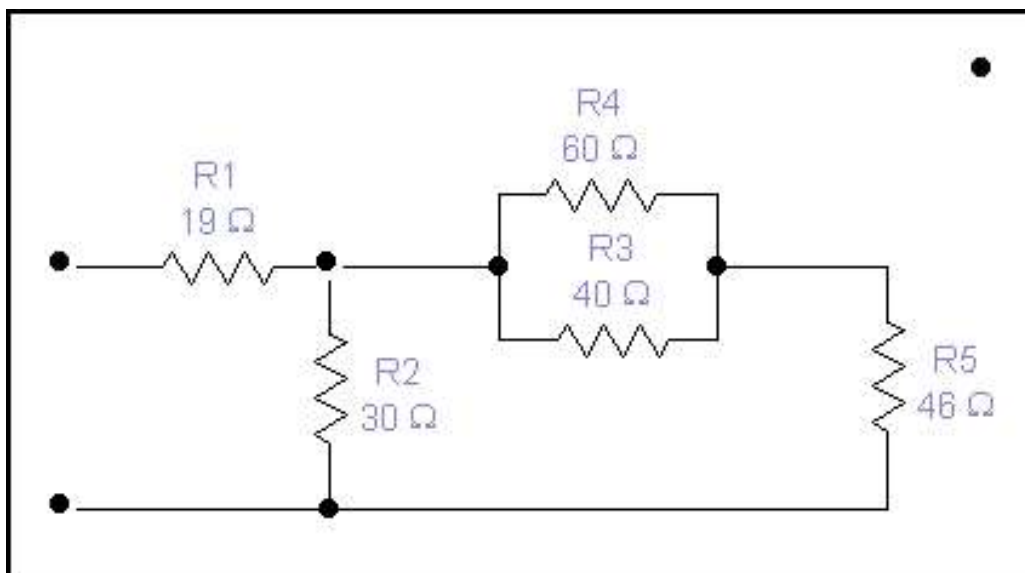
Para encontrar la resistencia equivalente de una **configuración mixta** se van hallando las resistencias **serie** y las que están en **paralelo** de manera que el conjunto vaya resultando cada vez **más simplificado** hasta finalizar.



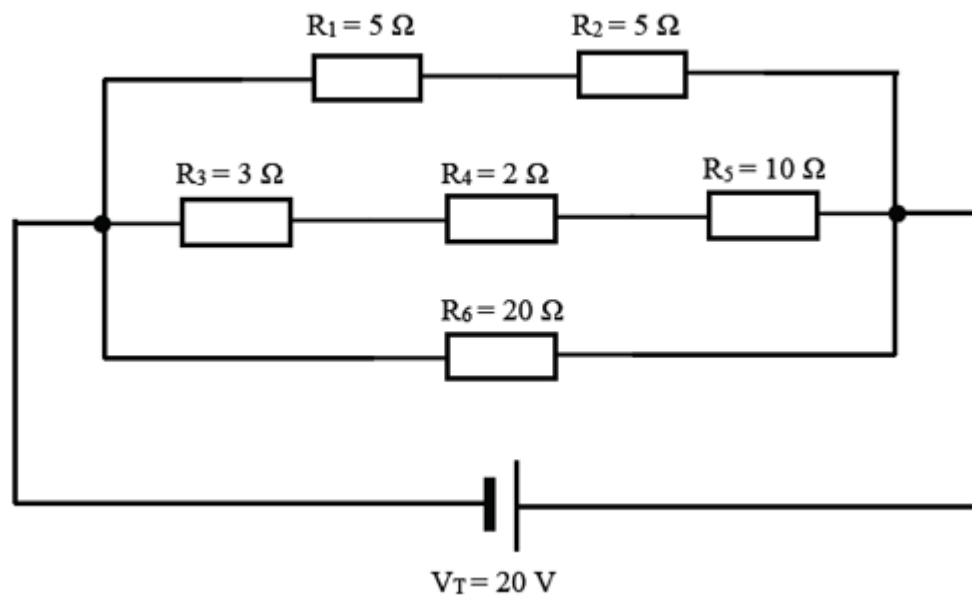
Resistencias en conformación mixta

Link de complementos: <http://www.monografias.com/trabajos40/circuitos-electricos/circuitos-electricos2.shtml>.

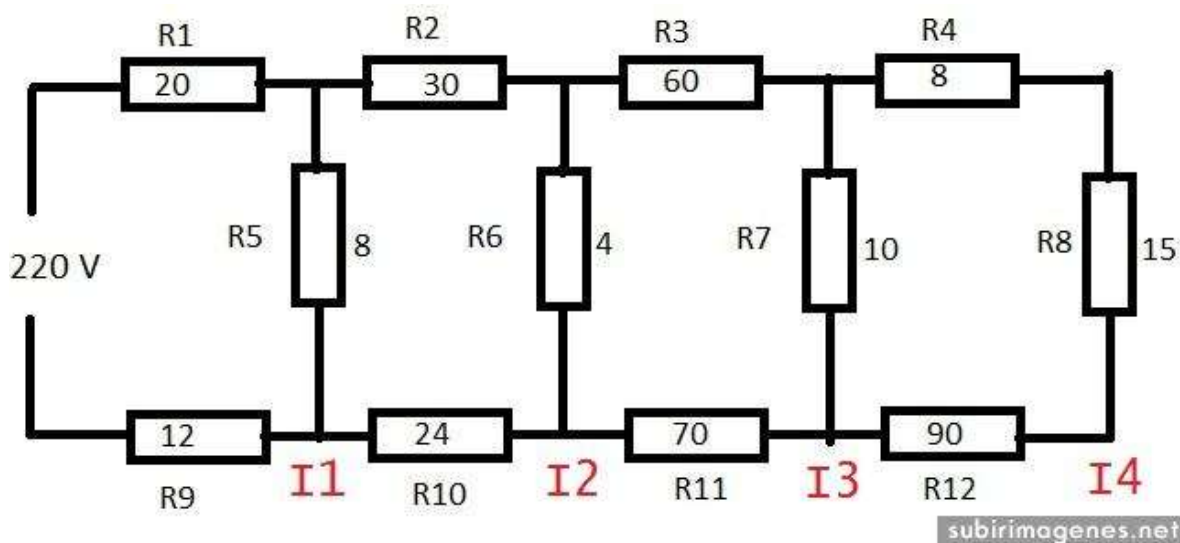
Imágenes de Asociación Mixta de Resistencias



<http://becifor2.blogspot.com/2014/11/asociacion-de-resistencias-mixto.html>



<http://www.colegioglenndoman.edu.co/2010%20fisica%20clase%205.htm>



<http://www.taringa.net/comunidades/electronica-en-t/1253257/Como-resolver-circuito-mixto.html>

En general, para determinar **la Resistencia Equivalente** de un **circuito mixto**, se van **simplificando** las resistencias que están en **Serie** y las resistencias que están en **Paralelo**, hasta obtener un **conjunto de resistencias** en **serie** o en **paralelo**.

4.2.2 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE:

Ejemplo 1:

1. Determine la resistencia en **serie** o **total** (R_e) de un circuito que posee tres resistencias con los siguientes valores:

$$R_1 = 200\Omega$$

$$R_2 = 0,000005 \text{ K}\Omega * \frac{1000\Omega}{1\text{K}\Omega} = 0,005$$

$$R_3 = 0,000000003\text{M}\Omega * \frac{1.000.000\Omega}{1\text{M}\Omega} = 0,003\Omega$$

Procedimiento

Cuando están en **serie** se utiliza la expresión:

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 \rightarrow R_e \rightarrow R_e = 200\Omega + 0,005\Omega + 0,003\Omega \rightarrow$$

$$R_e = 200,008 \Omega$$

2. Determine la resistencia en **Paralelo** o **total** (R_e) de un circuito que posee tres resistencias con los siguientes valores:

$$R_1 = 8\Omega$$

$$R_2 = 8\Omega$$

Procedimiento

Cuando están en **Paralelo** se utiliza la expresión:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Reemplazando, se tiene que:

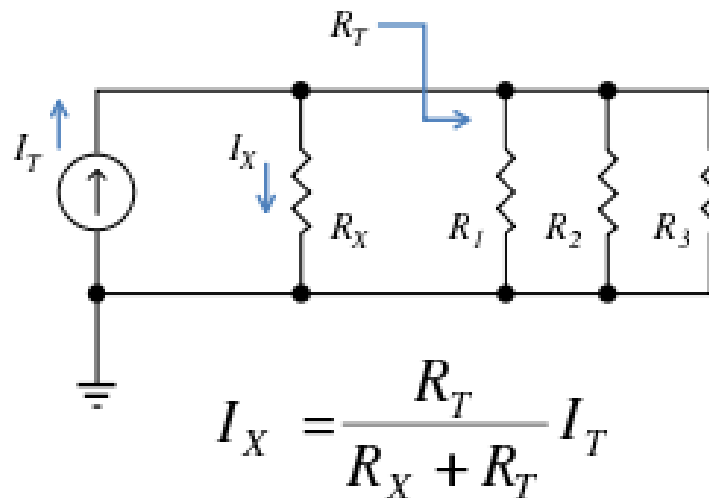
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_e} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 * R_2} \rightarrow$$

$$R_e = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} \rightarrow R_e = \frac{8\Omega * 8\Omega}{8\Omega + 8\Omega} \rightarrow R_e = \frac{64\Omega^2}{16\Omega} \rightarrow$$

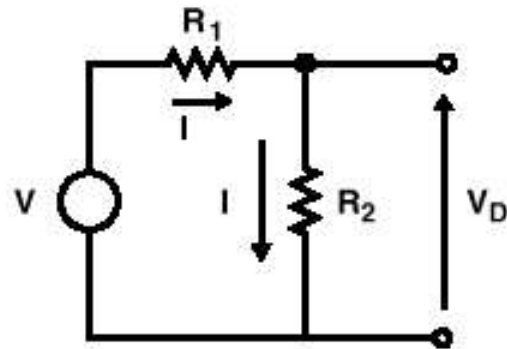
$$R_e = 4\Omega$$

4.3 TEMA 3 MALLAS Y LEYES DE KIRCHHOFF

Imágenes Leyes de Kirchhoff



http://es.wikipedia.org/wiki/Divisor_de_corriente



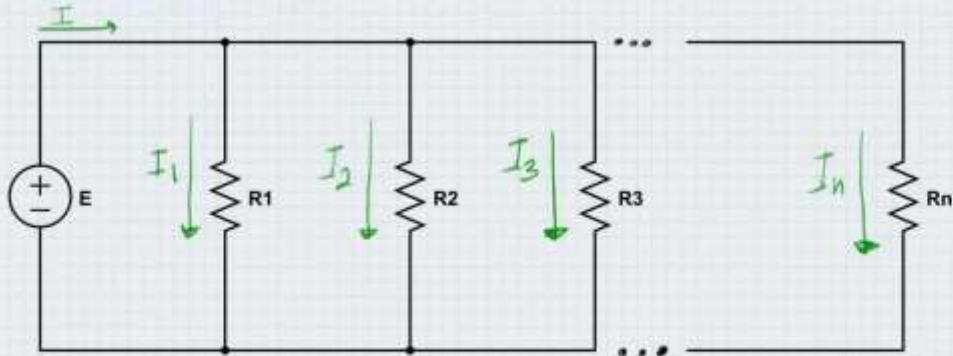
$$V = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2)$$

$$I = \frac{V}{(R_1 + R_2)}$$

$$V_D = IR_2 = \frac{V}{(R_1 + R_2)}(R_2) = V \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

<http://www.ifent.org/lecciones/cap05/cap51.asp>

Divisor de Corriente



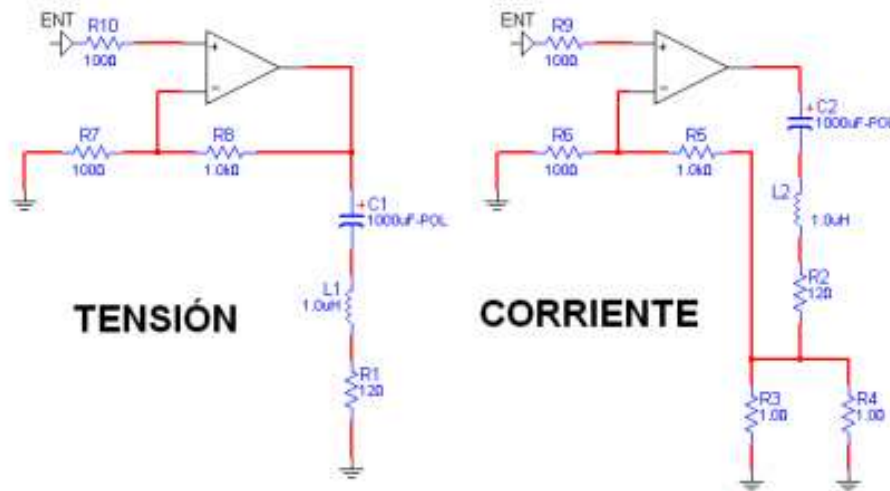
$$E = I R_T \rightarrow I = \frac{E}{R_T}$$

$$E = I_i R_i \rightarrow I_i = \frac{E}{R_i}$$

f /academtica @academtica

Academtica.com

<https://www.youtube.com/watch?v=MP1KfHYgyv4>



<http://curso-completo-de-tv.com/lecciones/yugo-vertical/>

■ Ley del divisor de voltaje de Kirchhoff

(<http://www.infobiografias.com/biografia/22903/Gustav-Kirchhoff.html>).

“La suma algebraica de voltajes en un circuito en serie es igual a la suma de las tensiones existentes o caídas de tensión presente en los elementos que lo integran.”

Esto es:

$$\sum V_{entrada} = \sum V_{salida} = 0$$

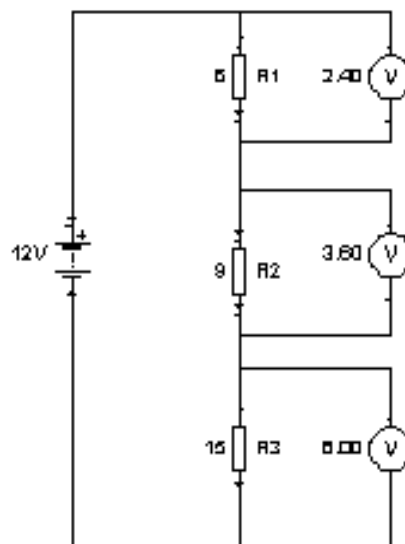
También se da que:

$$T_V = V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3} + \dots V_{R_n}$$

$$T_V - (V_1 + V_2 + V_3) = 0$$

$$VR_n = \frac{(VT \times R_{un})}{R_e}$$

Gráficamente, como muestra el siguiente ejemplo:



Divisor de tensión

Un **divisor de tensión** es una configuración de circuito eléctrico que **reparte la tensión** de una fuente entre una o más **impedancias** conectadas en **serie**.

Supóngase que se tiene una **fuentes de tensión**, conectada en serie con **n impedancias**.

Para conocer el **voltaje** en la impedancia genérica **Z_i** , se utiliza la **ley de Ohm**, esto es:

$$V_i = I \cdot Z_i$$

$$I = \frac{V_f}{\sum Z_n}$$

Sustituyendo la segunda ecuación en la primera se obtiene que el **voltaje en la impedancia genérica Z_i** está dado por la siguiente expresión:

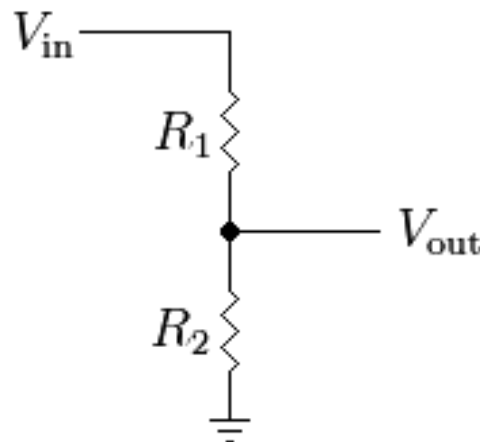
$$V_i = \frac{Z_i}{\sum Z_n} * V_f$$

Nota 1: Cuando se calcula la caída de Voltaje en cada impedancia y se recorre la malla cerrada, el resultado final es cero (Se respeta la segunda ley de Kirchhoff).

Nota 2: Un circuito análogo al divisor de tensión en el dominio de la corriente es el divisor de corriente.

Divisor Resistivo

Un divisor resistivo es un caso especial donde ambas impedancias, Z_1 Z_2 , son **puramente resistivas**.



De ser así, se tiene la siguiente expresión:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{in}$$

$$V_{out} = V_{salida} \quad V_{in} = V_{entrada}$$

Nota: R_1 y R_2 Puede ser cualquier combinación de resistencias en serie o en paralelo.

Divisor Capacitivo

Un divisor capacitivo es un caso especial donde ambas impedancias, Z_1 y Z_2 , son puramente capacitivas. De ser así, se tiene la siguiente expresión:

$$V_{out} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} * V_{in}$$

Nota: C_1 y C_2 Puede ser cualquier combinación de condensadores en serie o en paralelo.

Tomado de: [Divisor de tensión - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Divisor_de_tensión)
es.wikipedia.org/wiki/Divisor_de_tensión

Ley del divisor de corriente

La sumatoria de corrientes que entran y salen en un punto de un circuito con resistencias en paralelo es cero. Esto es:

$$\sum I_{entrada} = \sum I_{salida} = 0$$

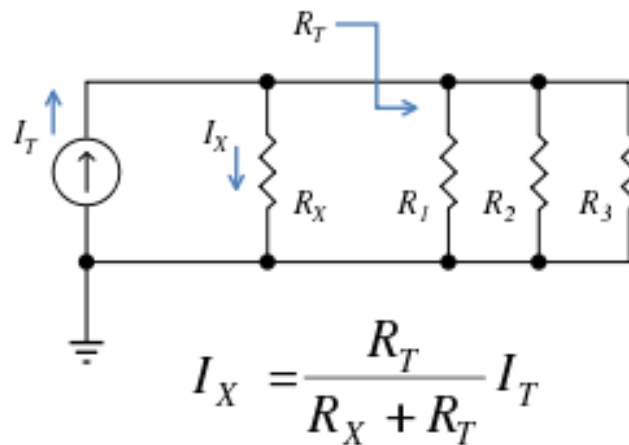
$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$I_t - (I_1 + I_2 + I_3) = 0$$

Aplicando:

$$I_n = \frac{(I_t) \times R_e}{R_{un}}$$

Gráficamente, como muestra el siguiente ejemplo:



Esquema de un **circuito eléctrico** ilustrando **divisor de corriente** R_T , que se refiere a la **resistencia total** del circuito a la derecha del resistor R_X .

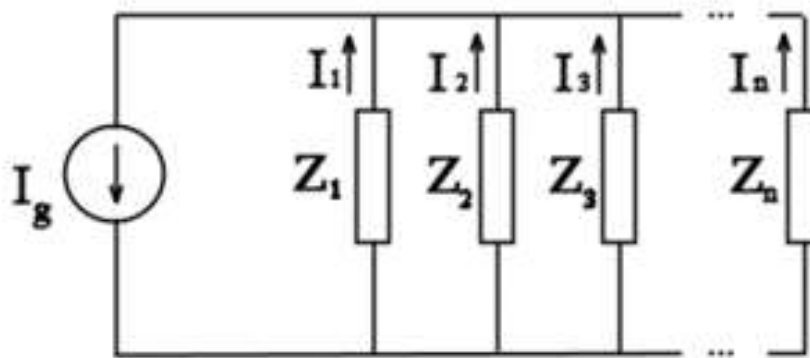
Un **divisor de corriente** es una configuración presente en circuitos eléctricos que puede fragmentar la corriente eléctrica de una fuente entre diferentes impedancias conectadas en paralelo.

Nota 1: El divisor de corriente es usado para **satisfacer la Ley de tensiones de Kirchhoff**.

Nota 2: Suponga que se tiene una **fuentes de corriente** I_c en **paralelo** con R_T (esta se calcula tomando en cuenta si están en **serie** o en **paralelo**).

Ecuaciones del Divisor de Corriente

Para un divisor de corriente con **n impedancias**, se tiene un esquema similar al siguiente:



La corriente que circula por **cada impedancia** es el producto de la corriente proporcionada por **el generador** por todas las demás impedancias (es decir, todos **menos** por la que **pasa la corriente** que se quiere calcular) dividido entre la suma de todas las posibles combinaciones de productos de **impedancias** en grupos de **$n - 1$** en **$n - 1$** , está determinado por la siguiente expresión:

$$I_x = I_g \frac{Z_1 Z_2 Z_3 \dots Z_{x-1} Z_{x+1} \dots Z_n}{Z_1 Z_2 Z_3 \dots Z_{n-1} + Z_1 Z_2 Z_3 \dots Z_{n-2} Z_n + \dots}$$

Nota: Las ecuaciones se **simplifican** bastante si se trabaja con **admitancias** en lugar de **impedancias**, si se sabe que:

$$Y_x = \frac{1}{Z_x}$$

Por lo tanto, la expresión quedaría:

$$I_x = I_g \frac{Y_x}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

Dónde:

$$I_1 = I_g \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Tomado de: [Divisor de corriente - Wikipedia, la enciclopedia libre](https://es.wikipedia.org/wiki/Divisor_de_corriente)
es.wikipedia.org/wiki/Divisor_de_corriente

■ Análisis de Mallas:

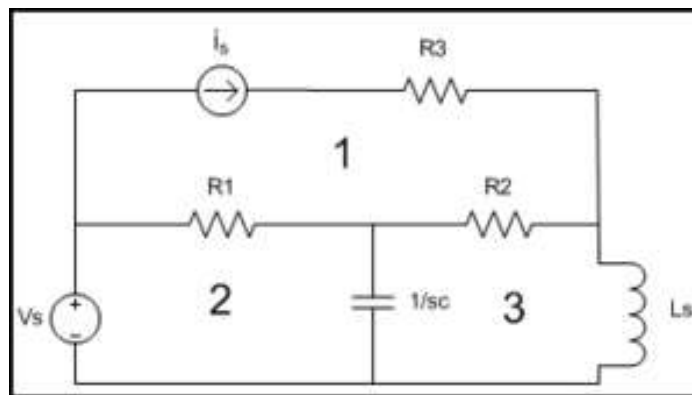
El **análisis de mallas** (algunas veces llamada como **método de corrientes de malla**), es una técnica usada para determinar **la tensión** o **la corriente** de cualquier elemento de **un circuito plano**.

Nota: Un circuito plano es aquel que se puede dibujar en **un plano** de forma que **ninguna rama** quede por debajo o por arriba de ninguna otra.

Esta técnica está basada en la ley de tensiones de Kirchhoff. La ventaja de usar esta técnica es que crea un **sistema de ecuaciones** para resolver el circuito, **minimizando** en algunos casos el proceso para hallar **una tensión** o **una corriente** de un circuito.

Para usar esta técnica se procede de la siguiente manera:

- Se **asigna** a cada una de las mallas del circuito una **corriente imaginaria** que circula en el **sentido que se elija** (se prefiere asignarles a **todas las corrientes de malla** el **mismo sentido**).
- De cada **mallla del circuito**, se **plantea una ecuación** que estará en función de **la corriente** que circula por cada **elemento**.
- En un circuito de **varias mallas** se resolvería un **sistema lineal** de **ecuaciones** para obtener **las diferentes corrientes** de malla.



Circuito plano con mallas esenciales 1, 2, y 3. R_1 , R_2 , R_3 , $1/sc$, y L_s representan la impedancia de las resistencias, el condensador y el inductor. V_s e I_s representan la tensión y la corriente de la fente de tensión y de la fente de corriente, respectivamente.

Tomado de: Análisis de mallas - Wikipedia, la enciclopedia libre
es.wikipedia.org/wiki/Análisis_de_mallas

4.3.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

1. Encontrar el voltaje en cada una de las resistencias de un sistema con

$$R_1 = 4 \, \Omega,$$

$$R_2 = 8 \Omega,$$

$$R_3 = 16 \Omega,$$

Con una tensión total de 20V, usando el principio del divisor de tensión de Kirchhoff.

Procedimiento

a. Utilizando la expresión:

$$VR_n = \frac{(VT \times R_{un})}{R_e}$$

Se tiene para: $R_1 = 4 \Omega$

$$V_{R1} = \frac{(VT \times R_1)}{R_e} \rightarrow V_{R1} = \frac{20V \times 4\Omega}{28\Omega} \rightarrow V_{R1} = 2,85\Omega$$

Se tiene para: $R_2 = 8 \Omega$

$$V_{R2} = \frac{(VT \times R_2)}{R_e} \rightarrow V_{R2} = \frac{20V \times 8\Omega}{28\Omega} \rightarrow V_{R2} = 5,71\Omega$$

Se tiene para: $R_3 = 16 \Omega$

$$V_{R3} = \frac{(VT \times R_3)}{R_e} \rightarrow V_{R3} = \frac{20V \times 16\Omega}{28\Omega} \rightarrow V_{R3} = 11,42\Omega$$

2. Hallar la corriente en cada una de las resistencias de un circuito conectado en paralelo con $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$ y $R_3 = 12 \Omega$ cuando se le aplica una corriente de 1,5 amperios, haciendo uso del divisor de corrientes de Kirchhoff.

Procedimiento

a. Primero se halla la resistencia total o equivalente del circuito (R_e).

Como están en paralelo:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{12} \rightarrow \frac{1}{R_e} = \frac{30 + 12 + 5}{60} \rightarrow \frac{1}{R_e} = \frac{47}{60} \rightarrow$$

$$R_e = \frac{60}{47} \rightarrow R_e = 1,27\Omega$$

b. Tomando la expresión: $IR_n = \frac{I_t * R_t}{R_n}$, se tiene:

Para R_1 :

$$IR_1 = \frac{1,5A * 1,27\Omega}{2\Omega} \rightarrow IR_1 = 0,9525 A$$

Para R_2 :

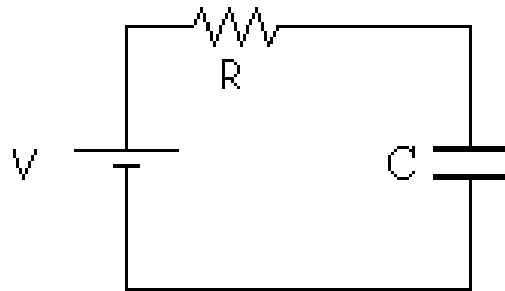
$$IR_2 = \frac{1,5A * 1,27\Omega}{5\Omega} \rightarrow IR_1 = 0,381 A$$

Para R_3 :

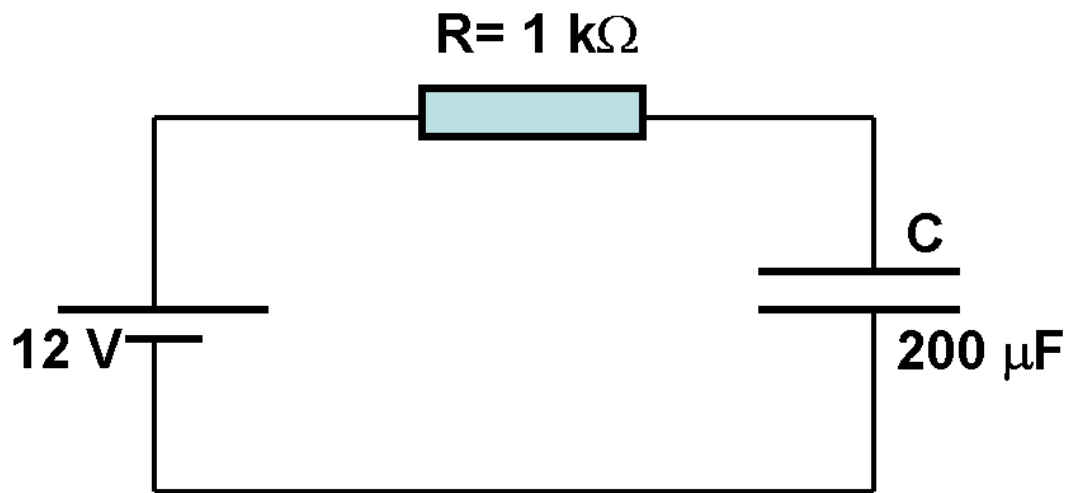
$$IR_3 = \frac{1,5A * 1,27\Omega}{12\Omega} \rightarrow IR_1 =,1587 A$$

4.4 TEMA 4 CIRCUITOS CR

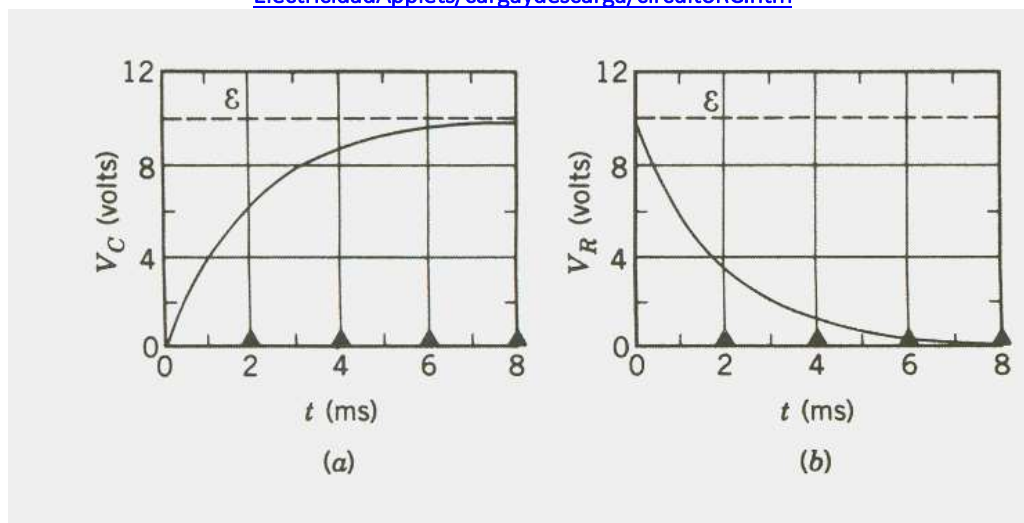
Imágenes de Circuitos CR



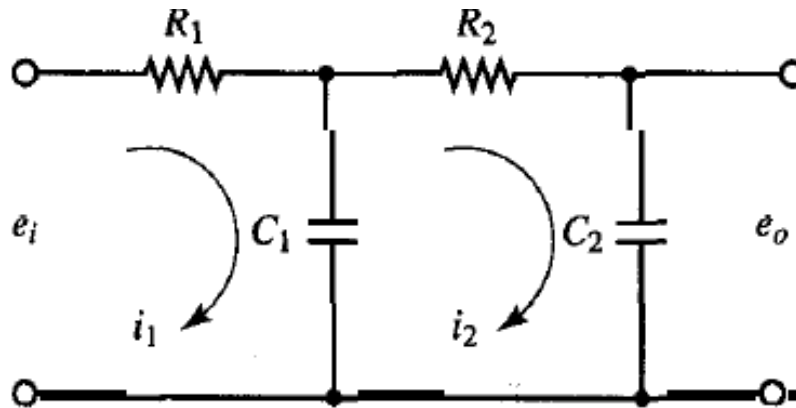
http://simulacionymedidashalo.blogspot.com/2012/12/circuitos-rl-y-rc_10.html



<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/2-CD-Fiisca-TIC/1-5Electricidad/1-ElectricidadApplets/cargaydescarga/circuitoRC.htm>



<http://www.monografias.com/trabajos12/circu/circu.shtml>



<http://www.monografias.com/trabajos84/control-pid/control-pid.shtml>

Un **circuito CR** (o **RC**) está formado por una **Resistencia** (**R**) conectada en **serie** con un **Condensador** (**C**)
Como se ilustra en la siguiente figura:

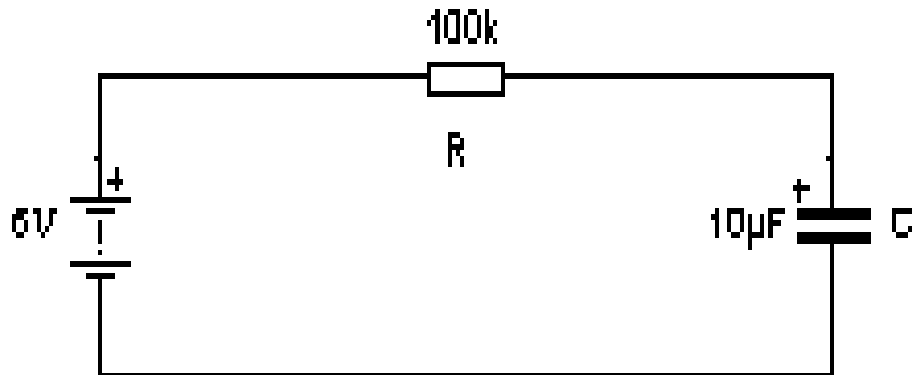


Figura de Circuito CR

El **condensador** se carga en **función del tiempo** hasta alcanzar el voltaje máximo de la fuente de alimentación.

Finalmente se obtiene una **gráfica de carga** en el **condensador** representada en la siguiente figura:

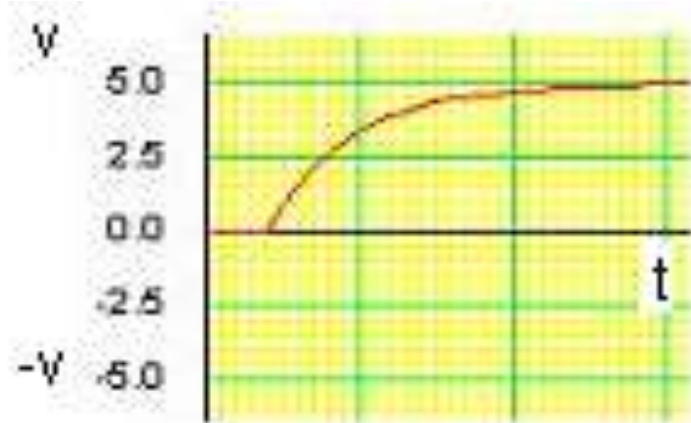


Fig.21: Gráfica de carga del condensador

Autor: Álvaro de J. Laverde Q.08052011

Tiempo de carga

El tiempo de carga está dado por la expresión:

$$T_c = R \times C$$

4.4.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

1. Cuál será la **capacitancia**, en micro-faradios, de un circuito que se carga en **6 segundos** usando en serie una resistencia de 2000Ω .

Procedimiento

a. De acuerdo a la expresión

$T_c = R \times C$, se tiene que:

$$C = \frac{T_c}{R} \rightarrow C = \frac{6 \text{ s}}{2.000 \Omega} \rightarrow C = 0,003 \text{ Faradios}$$

b. Expresando esta cantidad en microfaradios (μF), se tiene que:

$$C = 0,003 \text{ Faradios} \times \frac{1.000.000 \mu F}{1 \text{ Faradio}} \rightarrow$$

$$C = 3.000 \mu F$$

2. Hallar la resistencia en $K\Omega$ de un circuito CR que carga el condensador de 0,000007F en 40 segundos.

a. De acuerdo a la expresión

$$T_c = R \times C, \text{ se tiene que:}$$

$$R = \frac{T_c}{C} \rightarrow R = \frac{40 \text{ s}}{0,000007 \text{ Faradios}} \rightarrow$$

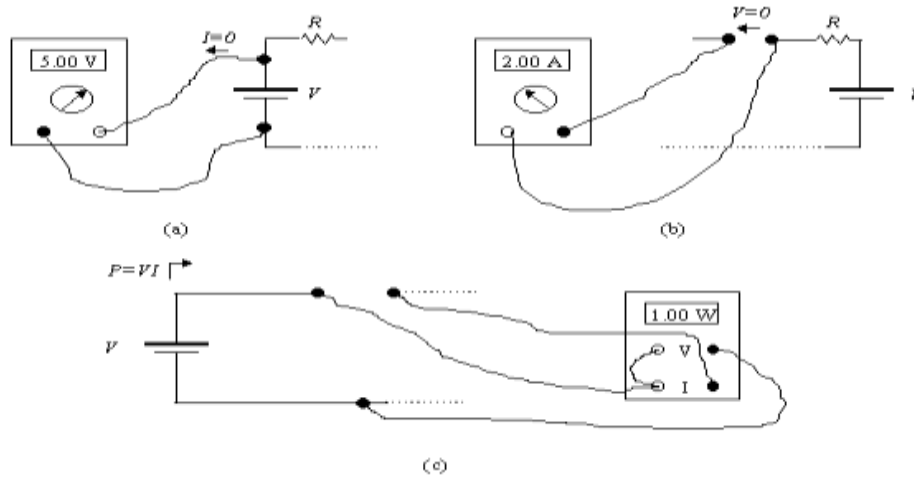
$$R = 5714.285,71 \Omega$$

b. Expresando esta cantidad en Kilo Ohmios ($K\Omega$), se tiene que:

$$R = 5.714.285,71 \Omega \times \frac{1 K\Omega}{1.000 \Omega} \rightarrow R = 5.714,286 K$$

4.5 TEMA 5 AMPERÍMETROS Y VOLTÍMETROS

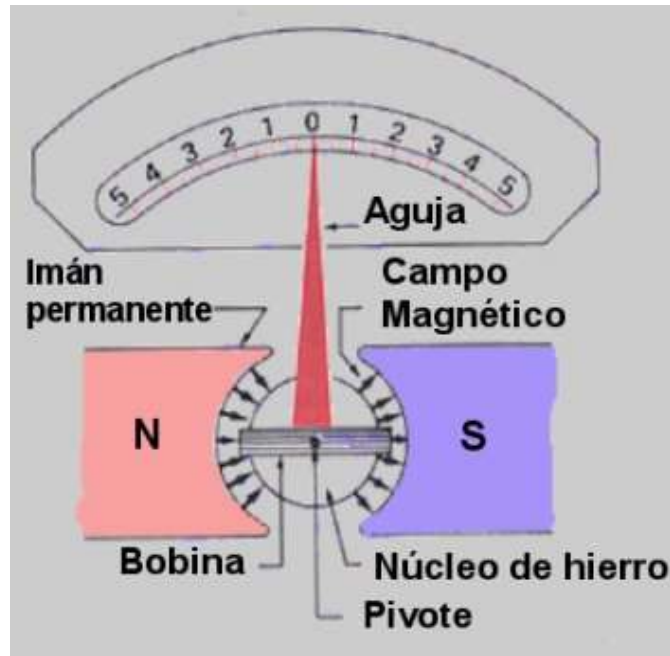
- Imágenes de Amperímetros o Galvanómetros:



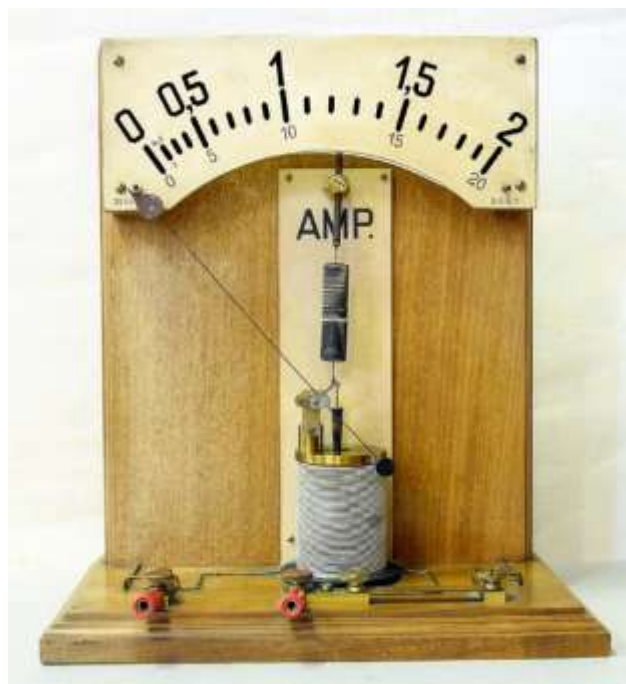
http://html.rincondelvago.com/multimetros_voltimetro-amperimetro-galvanometro.html



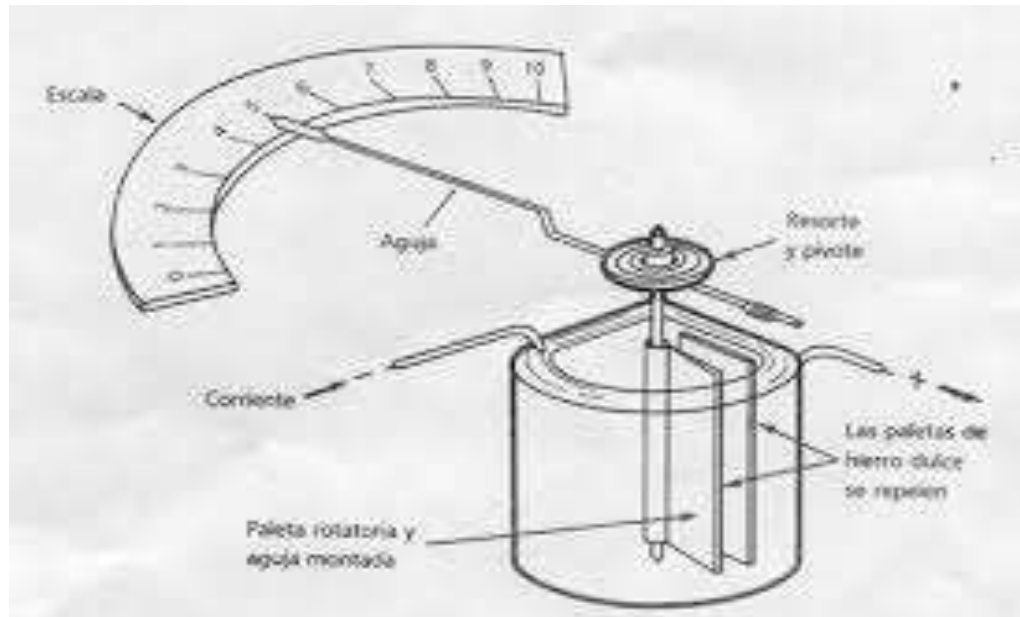
<http://quimica1sanlucas.blogspot.com/2014/08/garvanometros-amperimetros-y-voltimetros.html>



<http://www.sabelotodo.org/aparatos/medircorriente.html>

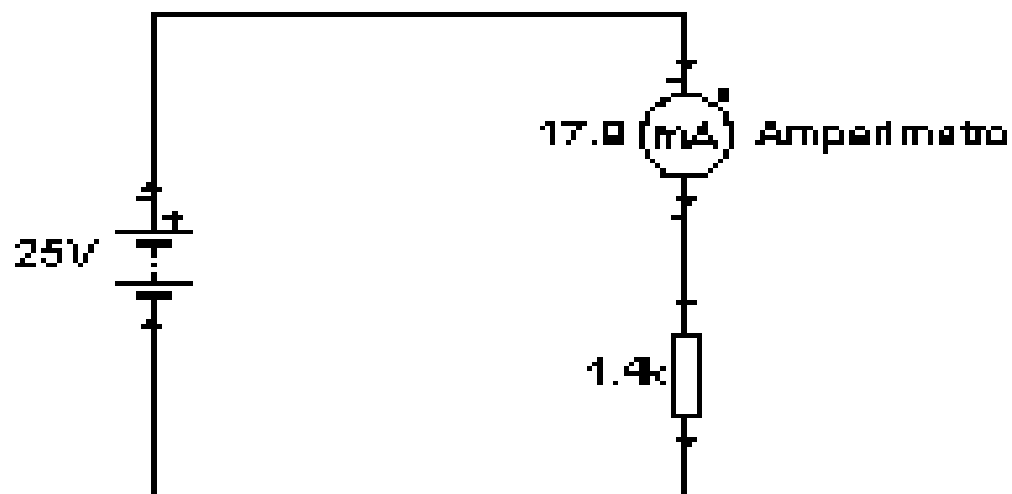


<http://lexicoon.org/es/amperimetro>



http://www.itap.edu.mx/documentos/tutoriales/metrologia_norma/pr01.htm

- Definición: Los **galvanómetros** o **amperímetros** son los instrumentos de **medida** de **las magnitudes de corriente** a través de **un circuito**, este se conecta **en serie** con **el elemento** donde está **la corriente** a medir, como se muestra en la siguiente figura:



Medición de corriente

Pueden ser:

Amperímetro analógicos o digitales:

Es un **dispositivo** o instrumento eléctrico que se utiliza para **medir** la **carga de consumo** en **ampéres**, es **análogo** porque la indicación de la medida es a través del **desplazamiento** de **una aguja** que está sujeta con **un eje** para su movimiento, este movimiento se ejecuta a través de un **embobinado** que es el que recibe **el voltaje** acompañado de **su potencia** que es el ampére, dependiendo del ampére la aguja se desplazará más. Esto se utiliza en colgadores de Baterías, equipos industriales y en muchos equipos electrónicos.

Ver **Imagen*****

Tomado de: AMPERIMETRO ANALOGICO - Scribd

<https://es.scribd.com/doc/90365460/AMPERIMETRO-ANALOGICO>



<http://spanish.alibaba.com/product-gs/digital-ammeter-301371582.html>

Los **galvanómetros** son los instrumentos principales en **la detección** y **medición** de **la corriente**. Se basan en **las interacciones** entre una **corriente eléctrica** y un **imán**.

El **mecanismo** del galvanómetro está diseñado de forma que **un imán permanente** o **un electroimán** produce **un campo magnético**, lo que genera **una fuerza** cuando hay un **flujo de corriente** en una bobina cercana al imán.

Nota 1: El elemento móvil puede ser el imán o la bobina.

Nota 2: La fuerza inclina el elemento móvil en un grado proporcional a la intensidad de la corriente. Este elemento móvil puede contar con **un puntero** o algún otro dispositivo que permita leer en **un dial** el grado de inclinación

Nota 3: Se puede observar la conexión de un **amperímetro (A)** en un circuito, por el que circula una **corriente de intensidad (I)**.

Nota 4: De igual forma se conecta el **resistor shunt (R_s)**.

El valor de R_s se calcula en función del **poder multiplicador (n)** que se quiere obtener y de **la resistencia interna del amperímetro (R_A)**, según la siguiente expresión:

$$R_s = \frac{R_A}{n - 1}$$

Donde:

R_s Resistor Shunt

R_A Resistencia interna del amperímetro

n Multiplicador

Voltímetros

- Imágenes de Voltímetros



<http://tienda.electrocomponentes.com/precios.php3?titulo=voltimetros-analogicos&rubro=11&expand=SI&subrubro=11>



<http://www.directindustry.es/prod/circutor/voltímetros-analogicos-ca-11644-436892.html>



<http://es.aliexpress.com/w/wholesale-analog-voltmeters.html>

Definición: El Voltímetro es un instrumento de medida especial para conocer la magnitud de la tensión en un punto determinado del circuito eléctrico, se debe usar en paralelo con los terminales del elemento donde se requiere medir.

Nota 1: El instrumento más utilizado para medir la diferencia de potencial (el voltaje) es un galvanómetro que cuenta con una gran resistencia unida a la bobina.

Nota 2: Cuando se conecta un medidor de este tipo a una batería o a dos puntos de un circuito eléctrico con diferentes potenciales pasa una cantidad reducida de corriente (limitada por la resistencia en serie) a través del medidor.

Nota 3: La corriente es proporcional al voltaje, que puede medirse si el galvanómetro se calibra para ello. Cuando se usa el tipo adecuado de resistencias en serie, un galvanómetro sirve para medir niveles muy distintos de voltajes.

El instrumento más preciso para medir el voltaje, la resistencia o la corriente continua es el potenciómetro, que indica una f.e.m no valorada al compararla con un valor conocido.

Para medir voltajes de corriente alterna se utilizan medidores de alterna con alta resistencia interior, o medidores similares con una fuerte resistencia en serie.

Nota: Si no tiene selector de escala, seguramente el voltímetro escoge la escala para medir automáticamente.

Se conecta el voltímetro a los extremos del componente (se pone en paralelo) y se obtiene la lectura en la pantalla.

Si la lectura es negativa significa que el voltaje en el componente medido tiene la polaridad al revés a la supuesta.

Nota: Normalmente en los voltímetros el cable rojo debe tener la tensión más alta que el cable negro

Error en medición

Es la diferencia entre la medición correcta y la obtenida.

Nota: En la mayoría de los casos el error se representa en porcentaje de la medición correcta o también como un porcentaje de todo el rango de valores de la medición del instrumento utilizado.

El error está dado por la siguiente expresión:

$$e = \frac{(\text{valor obtenido} - \text{valor correcto})}{\text{valor correcto}} \times 100\%$$

4.5.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

Un amperímetro con resistencia interna de 20 ohmios, mide un máximo de 2 A para que mida hasta 15 A, el shunt debe tener un valor que multiplique, de 15 y R_s puede ser:

Procedimiento

Dada la expresión:

$$R_s = \frac{R_A}{n - 1}$$

Se reemplazan los alores conocidos, esto es:

$$R_s = \frac{R_A}{n - 1} \rightarrow R_s = \frac{20\Omega}{15 - 1} \rightarrow R_s = \frac{20\Omega}{14} \rightarrow R_s = 1,42 \Omega$$

2. El dato obtenido en la medición de una resistencia es de 400 Ω y el dato correcto es 399.5 Ω , hallar el error en la medición en % (porcentaje).

Procedimiento

De acuerdo a la expresión, determinada para calcular dicho error:

$$e = \frac{(\text{valor obtenido} - \text{valor correcto})}{\text{valor correcto}} \times 100\%$$

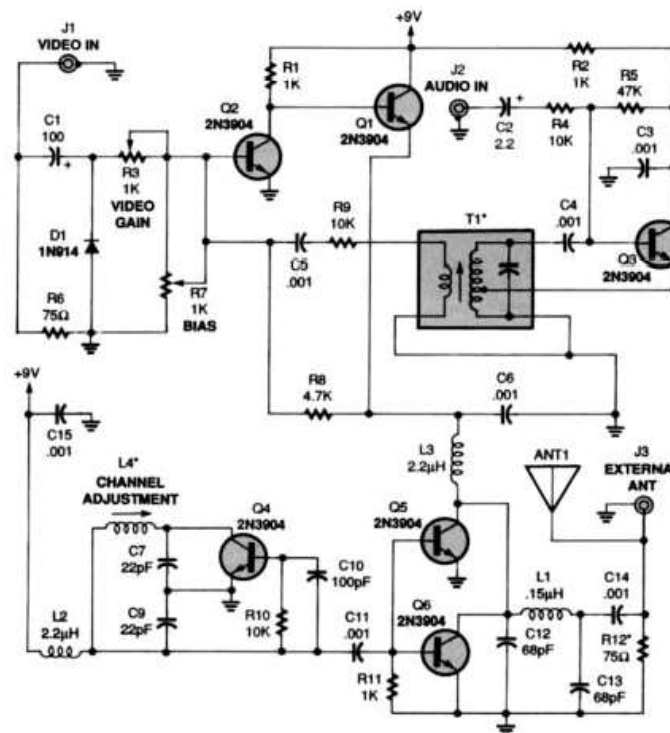
Se reemplazan en dicha expresión los valores conocidos, esto es:

$$e = \frac{(400\Omega - 399,5\Omega)}{399,5\Omega} \times 100\% \rightarrow e = 0,125\%$$

4.6 TEMA 6 CIRCUITOS DOMÉSTICOS Y SEGURIDAD ELÉCTRICA

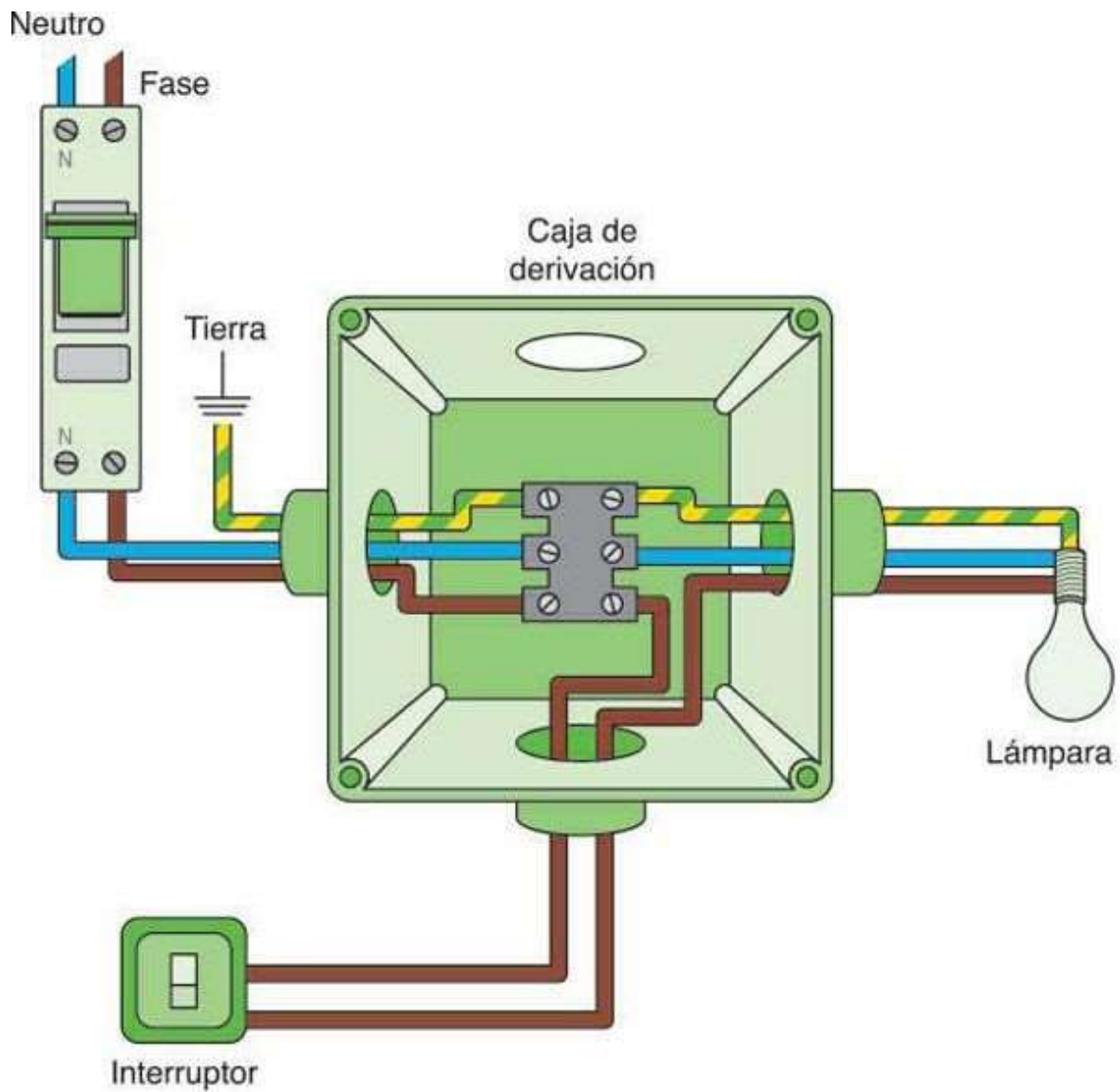
Imágenes de circuitos domésticos y seguridad eléctrica

Transmisor de TV Doméstico



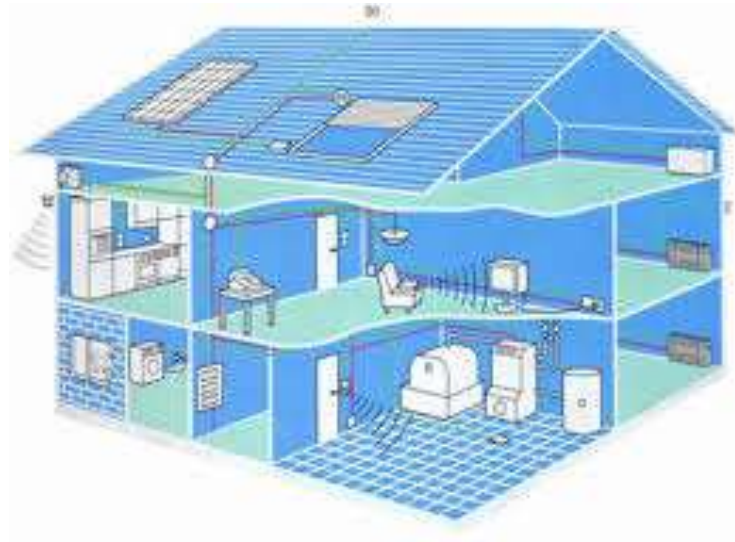
<http://www.pablin.com.ar/electron/circuito/video/tvtx2/>

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMÉSTICA



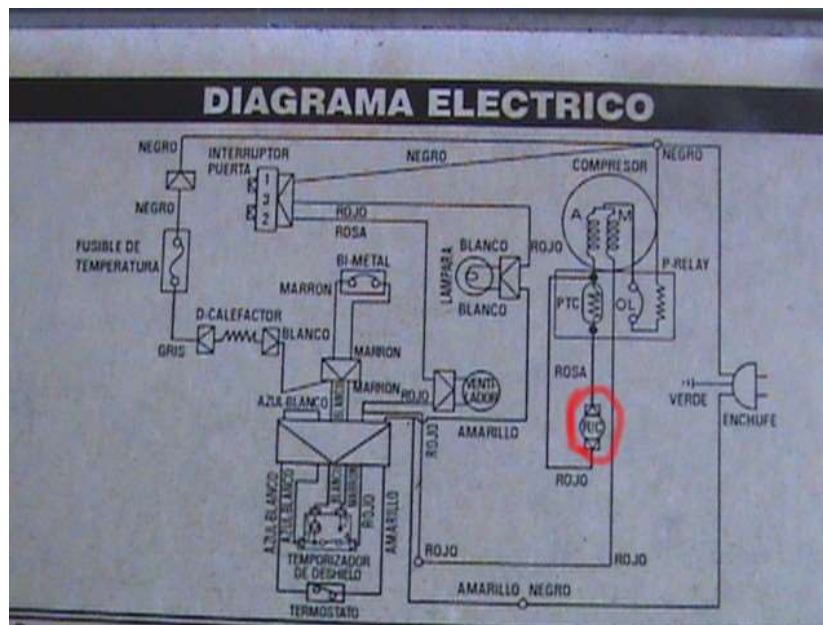
<https://www.bricoblog.eu/instalacion-electrica-domestica/>

Domótica, casas inteligentes



<https://chela5808.wordpress.com/2008/11/01/domotica-casas-inteligentes/>

CIRCUITO ELÉCTRICO DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA



<http://linea-blanca.yoreparo.com/refrigeracion/1217136.html>

Link de circuitos básicos: <http://www.aplicaciones.info/circu/circu.htm>.

Los **circuitos domésticos** son aquellos de **propósito general** de aplicación **básica residencial**, diseñados con **series**, **paralelos** y **formas mixtas** según el caso, usando la protección adecuada.

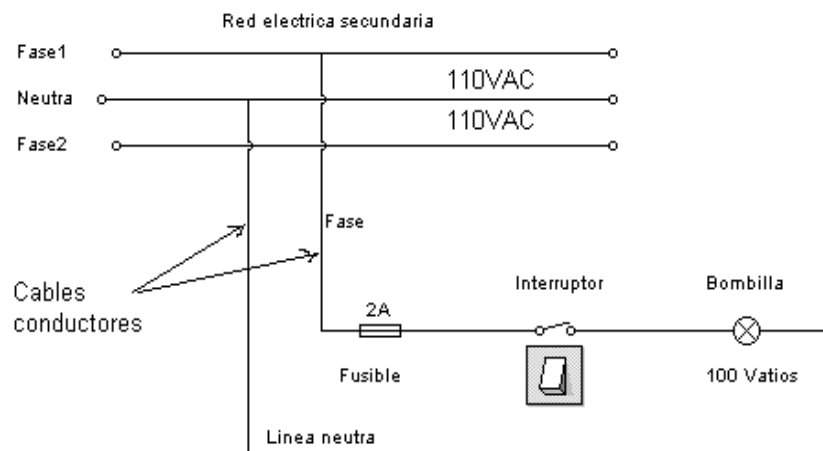
En la **ilustración** se ve un caso típico de **conexión eléctrica**, donde se puede distinguir cada elemento eléctrico. (Bombilla, interruptor, fusible).

La **seguridad** en los circuitos eléctricos es importante para **proteger** tanto el **usuario** como los **aparatos**, y para ello se usan sistemas de protección con **fusibles** y **polo de tierra**.

Circuito básico para una bombilla

Los circuitos requieren de la **instalación** de un **polo de tierra** el cual sirve de **protección** para las **descargas atmosféricas** y para aterrizar **los picos** y **transitorios** que se ocasiona en la línea de la **red de suministro eléctrico**.

En la figura siguiente, se muestra **un circuito simple**, se puede observar un **sistema de circuito eléctrico común** para la instalación de una bombilla de **100 Vatios** el cual posee **protección tipo fusible**, un **interruptor de encendido/apagado** y el **cable conductor** para la corriente eléctrica:



Circuito eléctrico básico

Autor: Álvaro de Laverde Q. 15062011

4.6.1 EJERCICIOS DE APRENDIZAJE

Calcule la potencia del circuito de la figura anterior, si se están usando dos bombillas de **20 ohmios**.

Procedimiento:

a. Datos del problema:

$$I = 2 A$$

$$V = 110 V$$

b. Como las resistencias están en serie, la **resistencia equivalente** está dada por:

$$R_e = R_1 + R_2 \rightarrow R_e = 20\Omega + 20\Omega \rightarrow R_e = 40 \Omega$$

C. Tomando la expresión: $P = I^2 \times R$ se tiene que:

$$P = I^2 \times R \rightarrow P = (2A)^2 \times 40 \Omega \rightarrow P = 160 \text{ vatios (watt)}$$

4.6.2 EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO

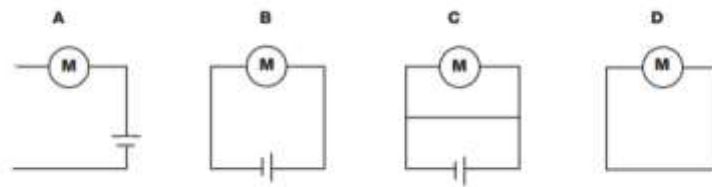
A continuación, se determinan una serie de preguntas por cada uno de los temas vistos, es importante que des respuesta a los mismos, por qué te ayudarán en el proceso de aplicación de los mismos, es necesario y muy importante tener claridad sobre los mismos:

1. ¿Qué significa resistencia eléctrica?
2. ¿Cómo saber qué resistencia debo colocar en un circuito para no dañar sus componentes?
3. ¿Cuáles son las unidades de voltaje, corriente y resistencia eléctrica?
4. ¿Qué ley relaciona estas tres magnitudes?
5. ¿Por qué es importante la polaridad en los LED?
6. En un circuito completo, la batería:
 - A. controla el paso de electricidad.
 - B. suple energía al circuito.
 - C. reduce la energía del circuito.
 - D. lleva la electricidad a través del circuito.

7. En un circuito que prueba aislantes y conductores, se usa una bombilla para:

- A. llevar electricidad a través del circuito.
- B. mostrar que la electricidad está pasando por el circuito.
- C. reducir la energía de la electricidad en el circuito.
- D. encender el circuito.

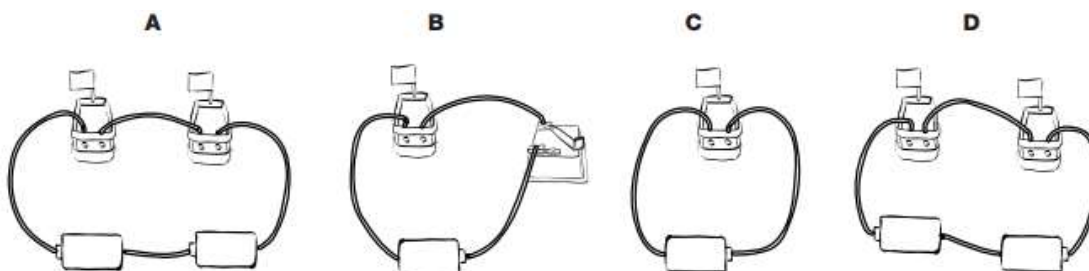
8. ¿Cuál de estos circuitos de motores funcionará?



9. En un circuito completo, el interruptor:

- A. enciende el motor a izquierda y derecha.
- B. abre y cierra el circuito.
- C. suple de energía al circuito.
- D. lleva electricidad a través del circuito.

10. ¿Cuál de estos circuitos de motores NO funcionará?



11. Cuando un cuerpo (A) atrae a otro cuerpo (B) por motivos puramente eléctricos, se puede afirmar que:

- A. ambos tienen cargas del mismo signo.
- B. (B) está cargado positivo (+).
- C. (B) está cargado positivo (+) ó negativo (-).
- D. (B) está descargado ó tiene carga de signo opuesto a (A).

12. Elemento encargado de establecer la diferencia de potencial en un circuito eléctrico:
- A. Interruptor.
 - B. Generador.
 - C. Elemento de maniobra.
 - D. Receptor.
13. Se conecta una pila A de 9V a una resistencia de 100Ω y una pila B de 18V a una resistencia de 200Ω . La intensidad de corriente eléctrica:
- A. Es mayor en la resistencia conectada a la pila A.
 - B. Es mayor en la resistencia conectada a la pila B.
 - C. Es igual en ambas resistencias.
 - D. No se puede determinar.
14. Si por un circuito para un motor fluyen 5 Amperios, ¿qué resistencia debe tener dicho motor si su voltaje es de 120V?
- A. 600Ω
 - B. 24Ω
 - C. $0,042\Omega$
 - D. 120Ω
15. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de AC (Corriente Alterna)?
- A. Linterna con baterías.
 - B. Semáforos.
 - C. Automóvil.
 - D. Celular.
16. Los interruptores, pulsadores y conmutadores son elementos:
- A. Fuente
 - B. De maniobra
 - C. Receptores
 - D. Generadores

17. Los motores y las bombillas son elementos:

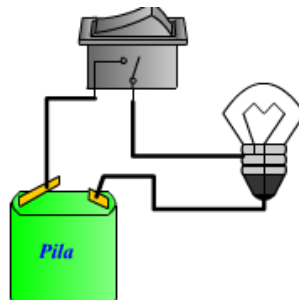
- A. Fuente
- B. De maniobra
- C. Receptores
- D. Generadores

18. Un motor, transforma energía:

- A. Eléctrica en mecánica.
- B. Mecánica en eléctrica
- C. Mecánica en calor.

19. ¿Cuál es la unidad de medida de la intensidad de corriente? _____

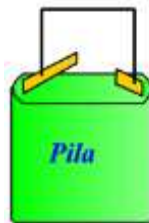
20. Señala cuál es el elemento generador, ¿cuál el receptor y cuál el elemento de maniobra?



21. ¿En el circuito anterior, en qué momento se enciende la bombilla y por qué?

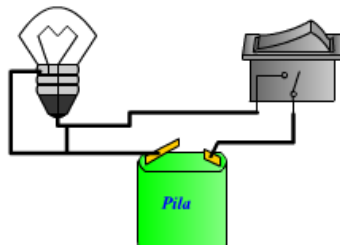
22. En el circuito de la figura: ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

Los electrones no se pueden desplazar por estar el conductor conectado: uno al positivo y otro al negativo.

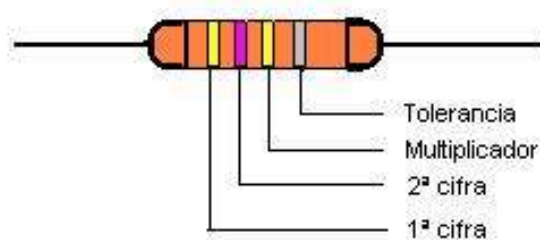


- A. Una pila conectada como en la figura, se descargará rápido.
- B. De esta forma se consigue que la pila no se descargue y dure mayor tiempo.
- C. Ninguna de las anteriores.

23. ¿Está bien montado el circuito de la figura? ¿En qué casos se encenderá el bombillo?



24. Calcule el valor de las resistencias en ohmios (Ω), según el código de colores:



1ERA BANDA	2DA BANDA	3RA BANDA	VALOR
Rojo	Rojo	Café	

Amarillo	Violeta	Naranja	
Gris	Rojo	Rojo	
Café	Negro	Rojo	
Azul	Gris	Rojo	
Café	Negro	Verde	
			330
			12 K Ω
			2.2 M Ω
			820 Ω
			10 Ω

25. Explique los tres efectos básicos de la corriente eléctrica:

- _____

- _____

- _____

Mallas y reglas de Kirchhoff

1. Explique brevemente cómo se resuelve una malla de circuito.
2. Realice 2 aplicaciones usando el KVL (consulte en que consiste KVL).
3. Realice 2 aplicaciones usando el KCL (consulte en que consiste KCL).
4. Diseñe una aplicación usando KVL y KCL

Circuito CR

1. ¿Cómo funciona un circuito RC básico?
2. Explique el concepto de carga en un condensador o capacitor conectado en serie con una resistencia.

Amperímetros y voltímetros

1. ¿Cómo se mide la corriente usando un amperímetro y como se mide el voltaje usando un voltímetro?
2. Diseñe un circuito mixto con resistencias y muestre las magnitudes medidas con el amperímetro y con el voltímetro en cada elemento.

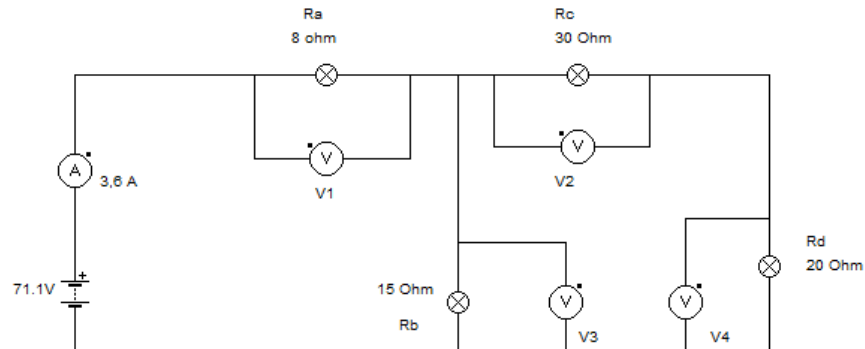
Problemas de aplicación y actividades

Para resolver este tipo de problemas debes tener muy clara la conceptualización teórica, por lo tanto, responde el cuestionario anterior con mucha responsabilidad o de lo contrario vuelve a los diferentes temas y repásalos, además se te presentan algunos ejercicios resueltos, que te servirán de modelo para la resolución de los presentados, en caso de dudas comunícate con tus compañeros de curso o el tutor de la asignatura si es necesario.

Nota: En lo posible trata de construir una gráfica que te permita visualizar esquemáticamente el problema propuesto.

Circuitos domésticos y seguridad eléctrica

1. Diseñe y calcule un circuito con protección para tres cargas en paralelo de: 20W, 50W, 100W.
2. Diseñe y calcule la potencia y protección de un circuito en paralelo con 2 bombillas que consumen 4 y 2,5 amperios conectadas a la red eléctrica de 110 voltios.
3. Determine las potencias individuales y los voltajes V_1, V_2, V_3, V_4 , en el circuito de la figura siguiente:



Autor: Álvaro de J. Laverde Q. 15062011

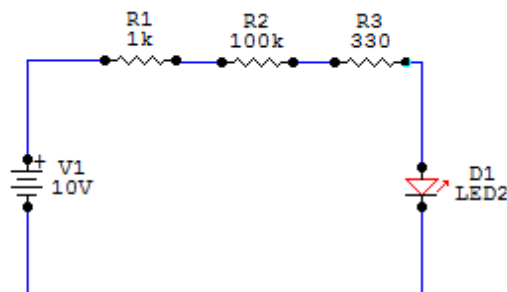
Recuerde que:

La resistencia equivalente está dada por la siguiente expresión:

$$R_e = \frac{R_a + \{R_b \times (R_c + R_d)\}}{\{R_b + (R_c + R_d)\}} \rightarrow$$

LABORATORIO

1. Implementar los siguientes circuitos en board y contestar las preguntas.



1.1 ¿Enciende el LED? ¿Con qué intensidad? ¿A qué se debe este fenómeno?

1.2 Ahora retire la resistencia R2. ¿Enciende el LED con mayor, menor o igual intensidad? Explique por qué.

1.3 Si ustedes desean que el LED emita luz con mayor intensidad, pero que no se queme, ¿cuál resistencia dejarían y por qué?

1.4 Mida con el multímetro el valor del voltaje de la fuente: _____

1.5 ¿Cómo es la conexión de R1, R2 y R3? ¿Serie o paralelo? ¿Cómo se dieron cuenta?

Ahora, calcule la corriente que pasa por cada una de las resistencias.

1.6 Midan ahora, el voltaje de cada una de las resistencias. Súmenlos y concluya.

VR1 _____ VR2 _____ VR3 _____ V TOTAL _____

Conclusión: _____

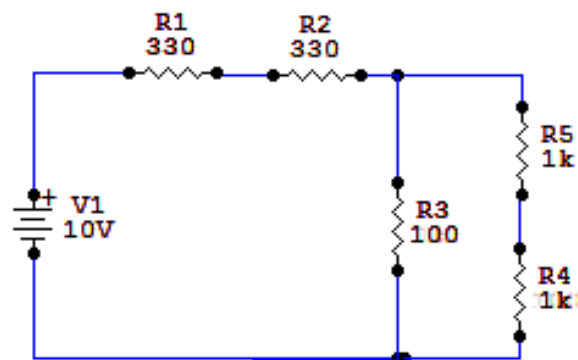
PARTE PRÁCTICA II

1. Realicen esta conexión y midan cada uno de los voltajes en las resistencias.

Tomen estos datos.

VFUENTE _____

VR1 _____ VR2 _____ VR3 _____ VR4 _____ VR5 _____



2. Conteste Falso o Verdadero, según corresponda.

- A. () R1 y R2 están conectadas en serie.
- B. () Por R1 Y R2 pasa la misma corriente.
- C. () R4 y R5 están conectadas en paralelo.
- D. () R3 están en paralelo, con la serie de R4 y R5.
- E. () La suma de los voltajes de R4 y R5 es igual al voltaje de R3.

PISTAS DE APRENDIZAJE



Recuerde que: Se denomina Resistencia Equivalente de una asociación de resistencias, con respecto a dos puntos A y B, a aquella que conectada a la misma Diferencia de Potencial, demanda la misma Intensidad. En otras palabras, la asociación de resistencias y su resistencia equivalente disipan la misma potencia.

Tenga presente que: Dos o más resistencias se encuentran conectadas en serie cuando al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas ellas son recorridas por la misma corriente.

Recuerde que: La resistencia equivalente para una asociación de resistencias en Serie está dada por:

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$$

Recuerde que: Dos o más resistencias se encuentran en Paralelo cuando tienen dos terminales comunes de modo que al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas las resistencias tienen la misma caída de tensión.

Tenga en cuenta que: La resistencia equivalente para una asociación de resistencias en Paralelo está dada por:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Esto es, interconectar varias resistencias en un mismo punto común donde la resistencia equivalente es la suma inversa de los inversos de cada resistencia.

Recuerde que: Cuando el grupo de resistencias en paralelo posee varios valores iguales (k) la R_e está dada por:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{R}{K}$$

Con K = Número de resistencias de valor igual.

Tenga en cuenta que: La forma de interconectar elementos resistivos usando arreglos serie-paralelo.

Tenga en cuenta que: La solución de la R equivalente o general depende del análisis a conveniencia, puede ser hallando primero las configuraciones series o paralelo.
Recuerde que: Un divisor de tensión es una configuración de circuito eléctrico que reparte la tensión de una fuente entre una o más impedancias conectadas en serie.

Tenga en cuenta que: El análisis de mallas (algunas veces llamada como método de corrientes de malla), es una técnica usada para determinar la tensión o la corriente de cualquier elemento de un circuito plano.

5 GLOSARIO

Aislantes o dieléctricos: Se denomina dieléctrico al material mal conductor de electricidad, por lo tanto se puede utilizar como aislante eléctrico, además, si es sometido a un campo eléctrico externo, puede establecerse en él un campo eléctrico interno, a diferencia de los materiales aislantes con los que suelen confundirse.

Asociación Mixta de Resistencias: Es la forma de interconectar elementos resistivos usando arreglos serie-paralelo. La solución de la **R equivalente** o general depende del análisis a conveniencia, puede ser hallando primero las configuraciones series o paralelo.

Campo de fuerza: Es una forma de representar los efectos que las cargas eléctricas tienen unas sobre otras. En lugar de decir sobre la fuerza que una carga positiva (+) ejerce sobre un electrón, se puede decir que la carga crea un “campo” de fuerza en el espacio vacío a su alrededor.

Campo magnético: Es una región del espacio en la cual una carga eléctrica puntual de valor q que se desplaza a una velocidad V , sufre los efectos de una fuerza que es perpendicular y proporcional tanto a la velocidad como al campo, llamada inducción magnética o densidad de flujo magnético.

Carga Eléctrica: Es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas por la mediación de campos electromagnéticos.

Carga puntual: Es una carga eléctrica localizada en un punto geométrico del espacio. Evidentemente, una carga puntual no existe, es una idealización, pero constituye una buena aproximación cuando estamos estudiando la interacción entre cuerpos cargados eléctricamente cuyas dimensiones son muy pequeñas en comparación con la distancia que existen entre ellos.

Circuito eléctrico: Es una unión de elementos que permiten la circulación de la corriente eléctrica.

Constante dieléctrica o permitividad relativa ϵ_r de un medio continuo: Es una propiedad macroscópica de un medio dieléctrico relacionado con la permitividad eléctrica del medio.

Coulomb: Cantidad de carga transportada en un segundo por una corriente de un Amperio de Intensidad de corriente eléctrica.

Densidad de carga eléctrica: Es la cantidad de carga eléctrica por unidad de longitud, área o volumen que se encuentra sobre una línea, una superficie o una región del espacio, respectivamente.

Difracción: En física, la difracción es un fenómeno característico de las ondas que se basa en la desviación de estas al encontrar un obstáculo o al atravesar una rendija. La difracción ocurre en todo tipo de ondas, desde

ondas sonoras, ondas en la superficie de un fluido y ondas electromagnéticas como la luz visible y las ondas de radio. También sucede cuando un grupo de ondas de tamaño finito se propaga; por ejemplo, por causa de la difracción, el haz colimado de ondas de luz de un láser debe finalmente divergir en un rayo más amplio a una cierta distancia del emisor.

Divisor de tensión: Es una configuración de circuito eléctrico que reparte la tensión de una fuente entre una o más impedancias conectadas en serie.

El Voltímetro: Es un instrumento de medida especial para conocer la magnitud de la tensión en un punto determinado del circuito eléctrico, se debe usar en paralelo con los terminales del elemento donde se requiere medir.

Electrización: Es el efecto de ganar o perder cargas eléctricas, electrones, generado por un cuerpo eléctricamente neutro.

Electrostática: Es la rama de la Física que analiza los efectos mutuos que se producen entre los cuerpos como consecuencia de su carga eléctrica, es decir, el estudio de las cargas eléctricas en equilibrio.

Energía eléctrica: Resulta de la diferencia de potencial o tensión entre dos puntos, logrando establecer una corriente eléctrica a través de un sistema conductor.

Energía: En física, «energía» se define como la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía, «energía» se refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico.

Galvanómetros o amperímetros: Son los instrumentos de medida de las magnitudes de corriente a través de un circuito, este se conecta en serie con el elemento donde está la corriente a medir.

Intensidad de campo E: Es la *Fuerza $\times$ Unidad de Carga*, es una magnitud que admite una representación vectorial. Además está relacionada con la fuerza, de modo que conociendo el valor de E en un punto es posible determinar la fuerza que experimentaría una carga distinta de la unidad si se la situara en dicho punto, y viceversa.

Intensidad de corriente: Es la **cantidad de electrones** que **circula** por un **conductor** cada segundo. Se mide en amperios (A).

Interferencia: En física, la interferencia es un fenómeno en el que dos o más ondas se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud. El efecto de interferencia puede ser observado en cualquier tipo de ondas, como luz, radio, sonido, ondas en la superficie del agua, entre otros.

La capacidad o capacitancia: Características especiales de los condensadores que maneja la relación entre la diferencia de tensión eléctrica en las placas del capacitor y la carga eléctrica almacenada.

La energía potencial eléctrica por unidad de carga: Es el cociente de la energía potencial eléctrica total entre la cantidad de carga.

La resistividad: Es el **grado de dificultad** que experimentan **los electrones** al pasar por **el circuito**. Se llama **rho** minúscula (ρ) y está dada en **ohm por metro** ($\Omega \cdot m$, también en $\Omega \cdot mm^2/m$).

La [reflexión interna total](#); en óptica, efecto que ocurre cuando la luz se mueve desde un medio a otro que tiene un índice de refracción menor.

La [reflexión](#); en mecánica ondulatoria y acústica, fenómeno por el cual se refleja una onda.

Ley de Ohm: Establece que la [diferencia de potencial](#) V que aparece entre los extremos de un conductor determinado es directamente proporcional a la intensidad de la [corriente](#) I que circula por el citado conductor. Ohm completó la ley introduciendo la noción de [resistencia eléctrica](#) R , determinado como el elemento de proporcionalidad en la relación entre V e I ; relaciona tres magnitudes fundamentales en el estudio de los circuitos eléctricos: **Tensión, Corriente, y Resistencia**.

Los circuitos domésticos: Son aquellos de propósito general de aplicación básica residencial, diseñados con series, paralelos y formas mixtas según el caso, usando la protección adecuada.

Magnetismo o energía magnética: Es un fenómeno físico por el cual los objetos ejercen [fuerzas](#) de atracción o repulsión sobre otros materiales. Hay algunos materiales conocidos que han presentado propiedades magnéticas detectables fácilmente como el [níquel](#), [hierro](#), [cobalto](#) y sus [aleaciones](#) que comúnmente se llaman [imanes](#). Sin embargo todos los materiales son influidos, de mayor o menor forma, por la presencia de un [campo magnético](#).

Movimiento Armónico Simple (MAS): El movimiento armónico simple (m.a.s.), también denominado movimiento vibratorio armónico simple (**m.v.a.s.**), es un [movimiento periódico](#), y vibratorio en ausencia de fricción, producido por la acción de una fuerza recuperadora que es directamente proporcional a la posición.

Onda: En [física](#), una onda consiste en la propagación de una perturbación de alguna propiedad de un medio, por ejemplo, [densidad](#), [presión](#), [campo eléctrico](#) o [campo magnético](#), a través de dicho medio, implicando un transporte de [energía](#) sin transporte de materia. El medio perturbado puede ser de naturaleza diversa como [aire](#), [agua](#), un trozo de [metal](#) e, incluso, inmaterial como el [vacío](#).

Péndulo: El péndulo (del lat. *pendŭlus*, pendiente)¹ es un sistema físico que puede [oscilar](#) bajo la acción gravitatoria u otra característica física (elasticidad, por ejemplo) y que está configurado por una masa suspendida de un punto o de un eje horizontal fijos mediante un hilo, una varilla, u otro dispositivo que sirve para medir el tiempo. Puede producir [aleatoriamente](#) aumento, disminución o neutralización del movimiento.

Reflexión: La [reflexión](#); en óptica, fenómeno por el cual un rayo de luz que incide sobre una superficie es reflejado.

Refracción: La refracción es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro. Solo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si estos tienen índices de refracción distintos. La refracción se origina en el cambio de velocidad de propagación de la onda señalada.

Resistencia equivalente: Se denomina Resistencia Equivalente de una asociación de resistencias, con respecto a dos puntos A y B, a aquella que conectada a la misma Diferencia de Potencial, demanda la misma Intensidad. En otras palabras, la asociación de resistencias y su resistencia equivalente disipan la misma potencia.

Resistencia: Indica oposición al paso de la corriente. Se mide en ohmios (Ω).

Resistencias en Paralelo: Dos o más resistencias se encuentran en Paralelo cuando tienen dos terminales comunes de modo que al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas las resistencias tienen la misma caída de tensión.

Resistencias en serie: Cuando al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas ellas son recorridas por la misma corriente.

Tensión: Es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un sistema eléctrico. Se mide en voltios (V)

6 PISTAS DE APRENDIZAJE

Recuerde que: Energía: En física, «energía» se define como la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía, «energía» se refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico.

Tenga presente que:

Movimiento Armónico Simple (MAS): El movimiento armónico simple (m.a.s.), también denominado movimiento vibratorio armónico simple (**m.v.a.s.**), es un movimiento periódico, y vibratorio en ausencia de fricción, producido por la acción de una fuerza recuperadora que es directamente proporcional a la posición.

Recuerde que: La reflexión interna total; en óptica, efecto que ocurre cuando la luz se mueve desde un medio a otro que tiene un índice de refracción menor.

Tenga en cuenta:

Movimiento Periódico	Es aquel que en intervalos iguales de tiempo , tanto la velocidad como la aceleración toman iguales valores , por ejemplo: El movimiento de la tierra alrededor del sol (Movimiento de traslación); El movimiento de la tierra alrededor de su eje (Movimiento de Rotación)
Movimiento Oscilatorio	Es aquel en el cual la partícula se desplaza (oscila) de un punto de una trayectoria a otro , pasando siempre por un punto fijo llamado Centro del Movimiento , ejemplo: El Péndulo
Movimiento Vibratorio	Es un movimiento oscilatorio en que la partícula vibra alrededor del punto fijo , por ejemplo un resorte que se estira y luego se suelta.
Movimiento Armónico Simple (MAS)	Es un Movimiento Vibratorio .

Traiga a la memoria:

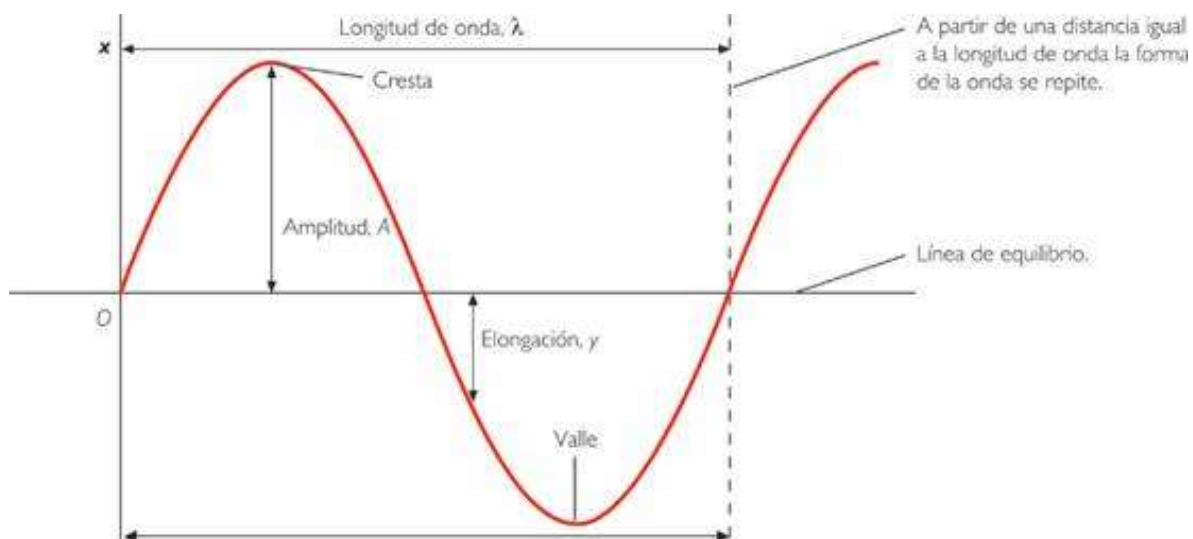
ELEMENTOS DEL MAS	PUNTO DE EQUILIBRIO	PUNTOS DE RETORNO
Elongación (x)	0	$x \text{ máximo} = A$
Amplitud (A)	0	$\pm A$
Velocidad	<i>Velocidad Máxima</i>	0
Aceleración	0	<i>Aceleración Máxima</i>
Energía Potencial (E_p)	0	<i>SI</i>
Energía Cinética (E_c)	<i>SI</i>	0

Nota 1: cuando se indica **SI** en la energía, se está diciendo si en dichos puntos ésta existe, más adelante se determinará la forma de calcularlas.

Nota 2: Más adelante se definirán los conceptos de Energía Cinética y Potencial para el MAS (Movimiento Armónico Simple).

Nota 3: Si se desprecia el rozamiento entre el suelo y la masa, la energía mecánica se conserva. El siguiente **esquema** muestra el comportamiento de la energía potencial elástica en un MAS y la **fórmula** para calcularla.

Recuerde que: Los elementos de una onda son:



Traiga a la memoria: La velocidad del sonido en algunos medios está dada por:

MEDIO	VELOCIDAD
En el aire a una temperatura de 20°C	343m/s
En el acero	5.100m/s
En el agua a 25°C	1.493m/s
En la madera	3.700m/s.
En el aluminio	6.400m/s

Traiga a la memoria:

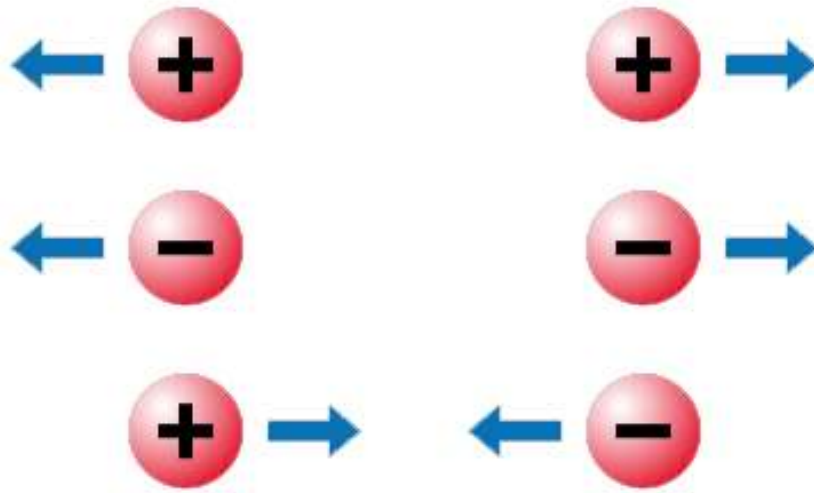
- (a) A los **electrones** se asignó **carga negativa** igual a -1 simbolizándola como $-e$.
- (b) Los **protones** poseen carga positiva: $+1$ o $+e$.
- (c) Los **quarks** * tienen carga fraccionaria: $\pm \frac{1}{3} \pm \frac{2}{3}$, pero no se han observado en forma física libre.
- (d) Los **neutrones** tienen igual carga negativa y positiva $-e = +e$

Recuerde que:

Hay seis tipos distintos de quarks que los físicos de partículas han denominado de la siguiente manera:

- up (arriba)
- down (abajo)
- charm (encanto)
- strange (extraño)
- top (cima)
- bottom (fondo)

Tenga en cuenta: La atracción o repulsión de cargas



Traiga a la memoria:

La fuerza electrostática entre dos cargas puntuales es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa, tiene la dirección de la línea que las une.

Recuerde que:

La expresión para el cálculo de la fuerza entre dos cargas está dada por:

$$F_1 = F_2 = k_c \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

Tomado de: <http://e-educativa.catedu.es/>

Traiga a la memoria:

Las características que se observan en un átomo cargado:

- a. El núcleo de todo átomo es positivo.
- b. Los electrones que rodean el átomo tienen carga negativa.
- c. Los electrones que rodean al núcleo tienen la misma cantidad de carga negativa y masa, comparado con otro electrón.
- d. El núcleo está formado de neutrones y protones.
- e. La carga neutra que posee un protón es igual a cero.
- f. El átomo tiene cargas eléctricas que se repelen y se atraen

Recuerde que:

El módulo de la **intensidad de campo E** debido a una **carga puntual Q** está dada por la expresión: **$E = K_c \cdot \frac{Q}{r^2}$**

Recuerde que:

La introducción de un dieléctrico en un **condensador aislado** de una **batería**, tiene las siguientes consecuencias:

Recuerde que:

- Disminuye el campo eléctrico entre las placas del condensador
- Disminuye la diferencia de potencial entre las placas del condensador, en una relación $\frac{V_i}{K}$.
- Aumenta la **diferencia de potencial máxima** que el condensador es **capaz de resistir** sin que salte una chispa entre las placas (ruptura dieléctrica).
- Aumento por tanto de la **capacidad eléctrica** del condensador en **K** veces.

Imágenes de Polos Magnéticos

Se repelen: Están enfrentados por polos del mismo nombre



Se atraen: Están enfrentados por polos de distinto nombre



POLOS DE UN IMÁN

En un imán la capacidad de atracción es mayor en sus extremos o polos.

Estos polos se denominan norte y sur, debido a que tienden a orientarse según los polos geográficos de la Tierra, que es un gigantesco imán natural.

Recuerde que:

La primera regla de la mano derecha es para direcciones y movimientos vectoriales lineales.

La primera regla usa los tres dedos: pulgar, índice y el dedo medio de la mano derecha, los cuales se ubican señalando a tres distintas direcciones perpendiculares, iniciando con la palma dirigida hacia arriba, con el pulgar se indica la primera dirección vectorial.

La segunda regla de la mano derecha es para movimientos y direcciones rotacionales.

El uso de la segunda regla está relacionada más directamente con **el movimiento rotacional**, con **el pulgar** se apunta a una **dirección** y los **demás dedos** indican la **rotación natural**, lo cual indica que al colocar la mano con **el pulgar** apuntando **hacia arriba**, el **movimiento o rotación** es **opuesto** al movimiento de las manecillas del reloj.

Recuerde que: Se denomina **Resistencia Equivalente** de una asociación de resistencias, con respecto a dos puntos A y B, a aquella que, conectada a la misma Diferencia de Potencial, demanda la misma Intensidad. En otras palabras, la asociación de resistencias y su resistencia equivalente disipan la misma potencia.

Tenga presente que: Dos o más resistencias se encuentran conectadas en **serie** cuando al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas ellas son recorridas por la misma corriente.

Recuerde que: La **resistencia equivalente** para una asociación de resistencias en Serie está dada por:

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$$

Recuerde que: Dos o más resistencias se encuentran en **Paralelo** cuando tienen **dos terminales comunes** de modo que al aplicar al conjunto una **diferencia de potencial**, todas las resistencias tienen la misma caída de tensión.

Tenga en cuenta que: La **resistencia equivalente** para una asociación de resistencias en **Paralelo** está dada por:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

Esto es, interconectar **varias resistencias** en un mismo punto común donde la **resistencia equivalente** es la **suma inversa de los inversos** de cada resistencia.

Recuerde que: Cuando el grupo de resistencias en paralelo posee **varios valores iguales** (k) la R_e está dada por:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{R}{K}$$

Con K = Número de resistencias de **valor igual**.

Tenga en cuenta que: La forma de interconectar **elementos resistivos** usando arreglos **serie-paralelo**.

Tenga en cuenta que: La solución de la **R equivalente** o general depende del análisis a conveniencia, puede ser hallando primero las configuraciones series o paralelo.

Recuerde que: Un **divisor de tensión** es una configuración de circuito eléctrico que **reparte la tensión** de una fuente entre una o más **impedancias** conectadas en **serie**.

Tenga en cuenta que: El **análisis de mallas** (algunas veces llamada como **método de corrientes de malla**), es una técnica usada para determinar la **tensión** o la **corriente** de cualquier elemento de un **circuito plano**.

7 BIBLIOGRAFÍA

Nota: Utilice la biblioteca digital <http://biblioteca.remington.edu.co/es/> para la consulta de bibliografía a la cual pueda acceder el estudiante.

7.1. Fuentes bibliográficas

- Hewitt, P. G. (1999). Física Conceptual (Tercera edición ed.). Mexico: Pearson.
- WILSON, Jerry D. (1996) Física. 2ª edición. Prentice Hall.
- Serway Raymond A. (1992) “Física Tomo II”. Tercera edición en español, Editorial Mc Graw Hill. México.
- Halliday David / Resnick Robert / Krane Kenneth S. (1996). “Física Vol.2”.Tercera edición en español, Editorial Continental. México,
- Cutnell John D. / Jonson Kenneth W. (1996) “Física”. Primera edición, Editorial Limusa. México.
- Sears Francis W. / Zemansky Mark W. / Young Hugh D. / Freedman Roger A. (1998) “Física Universitaria Vol.2 “novena edición, Editorial Addison Wesley. México.

7.2. Fuentes digitales o electrónicas

- http://web.educastur.princast.es/proyectos/jimena/pj_franciscga/mas.htm
- <http://materias.fi.uba.ar/6209/download/4-Materiales%20Magneticos.pdf>
- http://cetitdh.tripod.com/Trans_luz.htm
- http://almaak.tripod.com/temas/efecto_doppler.htm
- http://es.wikipedia.org/wiki/Onda_estacionaria#Ondas_estacionarias_en_una_cuerda
- <http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/labdemfi/electrostatica/html/contenido.html>
- <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=10967>
- http://www.hiru.com/es/fisika/fisika_05000.html
- http://www.fisicarecreativa.com/informes/infor_mecanica/resonancia1.pdf
- <http://www.fisica-facil.com/Temario/Electrostatica/Teorico/Carga/centro.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos15/fuentes-electricidad/fuentes-electricidad.shtml>

- <http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/labdemfi/electrostatica/html/contenido.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_electrost%C3%A1tico
- http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Calor/med_calor/mechero_alcohol/mecheroAlcohol.htm
- <http://co.kalipedia.com/fisica-quimica/tema/interaccion-cargas>
- http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_electrico/cubeta/cubeta.htm
- http://www.maloka.org/f2000/waves_particles/wavpart3.html
- http://dieumsnh.qfb.umich.mx/ELECTRO/problemas_de_fuerza.htm
- <http://www.elprisma.com/apuntes/apuntes.asp?page=7&categoria=702dd>
- <http://buscar.hispavista.com/?cadena=fuerza+electronica&Submit=Buscar+en+Internet&oculto=SPAIN>
- <http://personal.redestb.es/jorgecd/campo%20electronico.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_hidroel%C3%A9ctrico
- <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo6.html>
- <http://www.angelfire.com/empire/seigfrid/PotencialElectrico.html>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/dielectricos/dielectrico.htm#Descripción>
- <http://www.sapiensman.com/electrotecnia/dielectricos.htm>
- http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_directa/ke_corriente_directa_1.htm
- <http://www.sapiensman.com/electrotecnia/problemas4.htm>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Copper>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Resistividad>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_\(electricidad\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_(electricidad))
- http://es.wikipedia.org/wiki/Potencia_el%C3%A9ctrica
- <http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/jruiz/jairocd/texto/circuitos/CIRCUITOS%20RESISTIVOSb.pdf>

- <http://adigital.pntic.mec.es/~aramo/circu/circu22.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos12/circu/circu.shtml#ca>
- http://www.cctc.edu/Spanish_Test_Journeyman_exam_4.htm
- <http://materias.fi.uba.ar/6209/download/4-Materiales%20Magneticos.pdf>
- http://www.unicrom.com/tut_fuerza_magnetica_en_cable.asp
- http://www.kalipedia.com/fisica-quimica/tema/electricidad-magnetismo/transformador-electrico.html?x=20070924klpcnafyq_355.Kes&ap=1
- http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_magn%C3%A9tico_terrestre
- <http://www.astromia.com/glosario/magnetismoplanetario.htm>
- <http://www.ifent.org/lecciones/cap07/cap07-08.asp>
- <http://www.sapiensman.com/electrotecnia/problemas21.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Onda_electromagn%C3%A9tica
- http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaciones_de_Maxwell#En_medios_materiales